எண். லூச்னிக்

நான் ஏன் தந்தையைப் போல இருக்கிறேன்

நான் ஏன் தந்தையைப் போல இருக்கிறேன்

Н. Лучник

Почему я похож на папу

Издательство «Молодая гвардия»

என்.லூச்னிக்

நான் ஏன் தந்தையைப் போல இருக்கிறேன்

தமிழாக்கம்: பாக்கியம் சுந்தரம்

மீர் பதிப்பகம், மாஸ்கோ
நியூ சேஞ்சுரி புக் ஹவுஸ் பிரைவேட் லிமிடெட், சென்னை

N. Luchik

Why I'm like Dad

На тамильском языке

© English translation, Mir Publishers, 1978

© தமிழ் மொழிபெயர்ப்பு, மீர் பதிப்பகம், 1986

உள்ளடக்கம்

முன்னுரை. சமய குருவிற்கு எதிராகப் பேராசிரியர் 7

மரணத்திற்குப் பின் புகழ்

மாபெரும் புதிர் 16
குமிழிகளும் செல்களும் 19
விஞ்ஞானப் பேரவை ஒரு போட்டி நடத்துகிறது . . 25
பேரவைகளும் விஞ்ஞானமும் 34
ஜோஹான் கிரெகார் ஆகிறார் 38
இயற்கை விதிகள் 44
பகடை ஆட்டம் 51
பைத்தியக்காரத்தனமான ஒரு புனைவுகோள் . . . 57
புனித தாமஸ் குருமார் மடத்தின் தலைவர் 65
பதினாறு ஆண்டுகளுக்குப் பின் 70

ஈக்களும் யானைகளும்

ஒரு திரைப்படத்தில் உள்ளதுபோல 76
குரோமோசோம்களின் நடனம் 81
பாதியாகும் கிரியை 85
புனைவுகோள் கோட்பாடாகிறது 88
புளிக்காடி ஈ 93
மரபுக் குணத்தொடர்ச்சியின் வரைபடம் 101
எனக்கு ஒரு ஜீனைக் காட்டுங்கள் 106
அது எவ்வாறு நிகழ்கிறது? 115

வேறுபாட்டின் விதிகள்

ஒரு தற்கொலையின் கதை 120
ஒரு பொறியியலாளர் ஒரு விஞ்ஞானிக்குச் சவால் விடுகிறார் 129
புதியது ஆனால் நீண்ட காலம் மறக்கப்பட்டது . . 135
மரபியலாளர்கள் தங்கள் பணியைத் தொடங்குகிறார்கள் 140
ஒரு வெள்ளைக் காகத்தின் தலைவிதி 150
மாபெரும் தொகுப்பு 157
நோய் கவலை நீங்கிய புது வாழ்வுக்கான வாய்ப்பு . 166
மாவளத்தின் படைப்பாளிகள் 172

ஜீன்கள் தாக்கப்படுகின்றன

ஒரு கோட்டை வீழ்கிறது 175
உட்கவடான கதிர்கள் 184
அணுவீச்சின் இலக்குத் தொலை 189
ஒரு விஞ்ஞானத்தின் பிறப்பு 198
ஒரு புதிர் விடுவிக்கப்பட்டது 205
அயோடினிலிருந்து ஒய்பெரைட் வரை 208
செல்களின் புத்துயிர்ப்பு 217
அபாயம் பின் வாங்குகிறது 223
மனிதனின் நலனுக்காக 228

தம்மைத்தாமே இனப்பெருக்கம் செய்துகொள்ளும் மூலக்கூறுகள்

ஓர் எதிர்பாராத பாராட்டு 237
உருவமும் உள்பொருளும் 241
தானே இரட்டிக்கும் மூலக்கூறுகள் 244
நியூக்ளியிக் அமிலத்தின்மேல் சந்தேகம் விழுகிறது . . 252
சான்றுகள் குவிகின்றன 258

சின்ட்ரெல்லா ஓர் இளவரசி ஆகிறாள்

மூலக்கூறுகள் தம்மையே இரட்டித்துக்கொள்கின்றன . 269
தத்துவார்த்திகள் பங்கு கொள்கிறார்கள் 276
மனிதன் தயாரித்த நியூக்ளியிக் அமிலம் 283
நிரென்பெர்கின் வெற்றி 288

மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் ABC

ஒரு பரபரப்பு 292
நான் ஒரு படிவத்தைத் தேடுகிறேன் 296
மேலும் பல இடர்ப்பாடுகள் 299
மூன்று பாதைகள் 303

மொத்தத்தில் நான் ஏன் தந்தையைப் போலிருக்கிறேன்?

பயன் மிக்க மூன்று தத்துவங்கள் 314
சதுரங்கத்தில் குதிரை இயக்கம் 318
சாலமனைக்காட்டிலும் அறிவாளி 327
ஜீன்களும் மனிதனும் 332

முன்னுரை

சமய குருவிற்கு எதிராக பேராசிரியர்

மியூனிச் பல்கலைக்கழகப் பேராசிரியர் கார்ல் பான் நகேலி திட்பநுட்பத்திற்கும், காலந்தாழ்த்தாமைக்கும் புகழ் பெற்றவர். அதுபற்றி அவர் பெருமைப்பட்டார். அது காரணமாக என்னவோ அவர் தனது ஆராய்ச்சிக்கு மஞ்சள் மலர் கொத்துக்களைக் கொண்ட—ஹாக் வீட்ஸ் (Hieracium)—அகன்ற ஓரப்பற்களையுடைய இலைகளையும் மஞ்சள் மலரையும் உடைய செடிவகை (Dandelions) மற்றும் பாற்சாறும், மஞ்சட் பூவும் உடைய முட்செடி வகையை (Sow-thistle)—என்ற செடிகளை எடுத்துக்கொண்டிருந்தார். ஏனெனில் அவற்றைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்வதற்கு மிகுந்த திட்பநுட்பம் வேண்டும். பேராசிரியர் எல்லா விஷயங்களிலும் கண்டிப்பாக இருந்ததுடன் கடிதங்களுக்குக் காலந்தாழ்த்தாது எப்பொழுதுமே பதில் எழுதினார். ஆனால் அவரைச் சங்கடப்படுத்திய ஒரு கடிதத்திற்கு அவர் ஏறத்தாழ இரண்டு மாதங்களாகப் பதில் எழுதவில்லை.

ஆனுல் என்ன பதில் எழுதுவது? அந்தக் கடிதம் ஒரு விஞ்ஞானியிடமிருந்து வந்திருக்கவில்லை. கடிதத்தின் முடிவில் எழுதப்பட்டிருந்த வாசகம்: ''மாட்சிமை மிக்க உங்களுக்கு மதிப்பும் கீழ்ப்படிதலுமுள்ள ஊழியனான கிரிகார் மெண்டல், சமய குரு மோனாஸ்ட்ரி ஆசிரியர்'' ரியல்ஸ்கூல் — அது வெளிப்படையாகவே தெரிந்தது. ஆனுல் கடிதத்தில் தேதி 31 டிசம்பர், 1866 என இருந்தது இப்போதோ ஏற்கெனவே பிப்பிரவரி 25 ஆகி விட்டது.

ஆனால் அதன் கையெழுத்து மட்டுமல்ல, விஷயம். மெண்டல் அவருக்கு ஒரு கட்டுரையை அனுப்பியிருந்தார். அதை எந்த ஒரு விஞ்ஞானியும் அத்தகைய ஒன்றை எழுதியிருக்க முடியாது. அது ஒரு சொற்கதம்பமாக, தாவரவியல், அல்ஜீப்ரா இவற்றின் கலவைக் குழப்பமாக இருந்தது.

''சீஸருக்கு உரித்தானவற்றைச் சீஸருக்கும், கடவுளுக்கு உரித்தானவற்றைக் கடவுளுக்கும் அளியுங்கள்''. நீங்கள் ஒரு தாவரவியலாளராக இருந்தால் தாவரவியலுடன் நிறுத்திக்கொள்ள வேண்டும்; ஒரு கணிதவியலாளராக இருந்தால், செடிகளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வது உங்கள் வேலையல்ல. ஆனால் ஓர் இளம் ஆசிரியரை (மெண்டல் ஏற்கனவே நாற்பது வயதிற்கு மேற்பட்டவர் என்பதை நகேலி அறிந்திருக்கவில்லை) ஊக்கமிழக்கச் செய்வதும் நல்லதல்ல. அவர் ஓர் கடும் உழைப்பாளி. இந்த சமய குருவின் கவனமும், விடாப்பிடியும் நமது ''இளம் அறிஞர்கள்'' சிலருக்கு நல்ல பாடமாக இருக்கும். ஒரு முறை கண்டித்தால் அவரை மேலும் பரிசோதனை செய்வதிலிருந்து நிச்சயமாகத் தடுப்பதற்கு வேறு எதுவுமே தேவைப்படாது. தளரா ஊக்கம் மிக்க இந்த மெண்டல் ஓரளவு சிறந்த உதவியாளராகக்கூட இருக்கலாம். ஆயினும் அவர் கலப்பினச் செடிகளில் பண்புகள் தோன்றுவது பற்றிய விதிகளைத்தான் கண்டுபிடித்துவிட்டதாகக் கருதிக் கொள்வது தவறானது. அதை அவர் கைவிடும்படிச் செய்ய வேண்டுமென்பது என்னவோ உண்மைதான்.

பேராசிரியரின் முகத்தில் ஒரு விஷமப் புன்சிரிப்புப் பளிச்சிட்டது. அவர் தனது கண்ணாடியைச் சரிசெய்து கொண்டு, அவரது உயர்ந்த மொட்டை முன்தலையைத் தடவி விட்டுக்கொண்டு ஒரு பேனாவை எடுக்கிறார்.

''பட்டாணிச் (Pisum) செடியுடன் உங்களது பரிசோதனைகள் முடிவடைந்து விட்டதற்குப் பதிலாக இப்பொழுதுதான் தொடங்கிக்கொண்டிருக்கின்றன என்று நான் கருதுகிறேன். நவீன காலப் பரிசோதனையாளர் அனைவர்களுடைய தவறு என்னவென்றால் அவர்கள் கோல்ராய்டர், கார்ட்னெர் ஆகியோரைவிடக் குறைவான விடாமுயற்சியையே செய்துள்ளார்கள்'' என்று அவர் எழுதுகிறார்.

அதுதான் சரி. பரிசோதனைகள் தொடங்கப்பட்டு மட்டுமே இருப்பதால், கண்டுபிடிப்புகள் என்ற பேச்சுக்கு இடமேயில்லை. ஆனால் இளம் ஆராய்ச்சியாளரை ஒருவர் அவசியம் ஊக்கிவிக்க வேண்டும்.

''இந்தத் தவறை நீங்களும் செய்யாமல் புகழ் பெற்ற

உங்கள் முன்னோடிகளை அடியொற்றிச் செல்லுகிறீர்கள் என்பதை நான் மகிழ்ச்சியுடன் காண்கிறேன். எனினும் நீங்கள் அவர்களையும் விஞ்ச வேண்டும். என்னுடைய கருத்துப்படி இது, ஒரே ஓர் ஆராய்ச்சிப் பொருளின்மீது சாத்தியமான எல்லாத் திசைகளிலும் விரிவான தன்மையுடைய பரிசோதனைகளைச் செய்வதன் மூலமே சாத்தியம் (அதன் மூலம் மட்டுமே கலப்பினப் பெருக்கம் பற்றிய கோட்பாட்டில் என்ற ஒரு முன்னேற்றத்தையும் அடைய முடியும்).'' அது ஒரு மோசமான கருத்தும் அல்ல. இந்தப் பாராட்டுதலுக்குப் பின்பு அவர் தனது பணியை இரட்டிப்பு உற்சாகத்துடன் தொடர்வார்.

ஆனால் நகேலி அவருடைய கடிதத்தால் முற்றிலும் மனநிறைவடையவில்லை. அவர் தனது பெரிய நாற்காலியில் சாய்ந்துகொண்டு தனது சிறிய தாடியைத் தடவிக் கொள்கிருர். சமன்பாடுகளின் விஷயம் என்ன? அவற்றைத்தான் மெண்டல் முதன்மையானவை என்று கருதுகிறார். ஆனல் பேராசிரியர் அவற்றைப் பற்றி இன்னும் எதுவும் எழுதவில்லே. அவருக்குக் கணிதத்தைக் கண்டால் பிடிக்காது. எவ்வாருயினும் ஒரு தாவரவியலாளருக்கு அதனுல் என்ன பயன்? அவர் ஒரு மாணவனாக இருந்து கணிதத்தைப் படித்த அந்தப் பழைய நாட்களை அவர் நினேவு கூர்கிறார். பாதி மறந்துவிட்ட கலேச்சொற்கள்—அவரது நினைவிற்கு வருகின்றன—''அறிவுசார் சூத்திரங்கள்'', ''அனுபவ சூத்திரங்கள்''—ஒரு பொது விதியை வெளிக்காட்டும் சூத்திரங்கள் அறிவுசார் சூத்திரங்கள் என்றும் சில தனிப்பட்ட சந்தர்பங்களுக்கே பொருத்தமான கணித வெளிப்பாடுகள் அனுபவ சூத்திரங்கள் என்றும் அவர் நினைவு படுத்துக் கொள்கிறார். ஒருவகையில் அதுதான் இங்கு காணப்படுகிறது. அவருடைய சூத்திரங்கள் வெறும் அனுபவ சூத்திரங்களே என்று மெண்டலுக்குக் கூறிவிட வேண்டும். நகேலி தனக்கு அப்போதுதான் தோன்றிய இந்தக் கருத்தை எழுதுவதற்காக மீண்டும் மேசையை நோக்கிக் குனிகிறார். ''பிற வகைச் செடிகளுடன் பரிசோதனை செய்ய விரும்பும் உங்களுடைய திட்டம் மிகச் சிறந்தது. இந்த வேறு வகைகளுடன் நீங்கள் முற்றிலும் மாறுபட்ட முடிவுகளை அடைவீர்கள் என்று நான் உறுதியாக நம்புகிறேன்...''

மற்ற செடிகளுடன் அவர் பரிசோதனை செய்யட்டும். சொல்லப்போனால், ஹெய்ராஸியத்தைக் கொண்டு ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடும்படி அவருக்கு யோசனை கூறினால் என்ன? மெண்டல் முறையாகச் செயல்படுபவரைப் போலத் தோன்றுகிறார். அந்த ஆராய்ச்சியிலிருந்து ஏதேனும் ஒரு முடிவு கிடைக்கக் கூடும். அது நகேலிக்குப் பெரிதும் உதவலாம். பேராசிரியர் கடிதத்தை மடிக்கிறார். நடுவில் பெரிய அளவில் '6' என்ற எண்ணைக் கொண்ட நீல நிற ஸ்டாம்பைக் கொண்டு உறையை ஒட்டுகிறார். அவருக்கு மிகுந்த நிறைவு ஏற்படுகிறது. இப்போது அவர் மீண்டும் தனது மைக்ரோஸ்கோப் பக்கம் திரும்பலாம்.

கார்ல் பான் நகேலி மரணதண்டனையையே எழுதிவிட்டார் பிரூனி. விருந்த (இப்போது ப்ரூனோ) ரியல்ஸ்கூலின் ஆசிரியரான ஜோகான் கிராகார் மெண்டல் மாபெரும் கண்டுபிடிப்பு ஒன்றைச் செய்திருந்தார். மிகவும் புகழ்பெற்ற ஒரு தாவரவியலாளரின், கலப்பினப் பெருக்க முறை நிபுணர் ஒருவரின் ஆதரவை நாடினார். அவரோ எதையுமே புரிந்துகொள்ளவில்லை. அதில் தீங்கு ஏதுமில்லை. பார்க்கப்போனால் மெண்டல், இயற்கையின் ஒரு பொது விதியை, கலப்பினச் சந்ததிகளில் பண்புகள் பிரிதல் பற்றிய, அனுபவ சூத்திரங்களை அல்லாது அறிவுசார் சூத்திரங்களைத் தான்கண்டுபிடித்து விட்டதாக நம்பினார்.

இதில் கேடுபயக்கம் விஷயம் என்னவென்றால், ஹெய்ராஸியத்தைக் கொண்டு சோதனை செய்யும்படி நகேலி அவருக்கு அறிவுரை கூறியதுதான். இச்செடிகள் பரிசோதனை செய்வதற்கு மிகவும் கடினமான முறையில் மிகச் சிறிய பூக்களைக் கொண்டிருந்ததோடு மட்டுமல்லாமல், கலப்பி

னச் சேர்க்கைப் பரிசோதனைகளுக்கு அவற்றை முற்றிலும் தகுதியற்றவையாக்கிய ஒரு அரிய பண்பையும் பெற்றிருந்தன. இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில், மெண்டல் மற்றும் நகேலி இருவருமே இறந்ததற்குச் சில ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு, சில ஸ்காண்டிநேவியத் தாவரவியலாளர்கள், ஹாக்வீட்கன் (கம்போஸிட்டே (Compositae) குடும்பத்தைச் சார்ந்த பிற பல தாவரங்களைப் போன்றே) மகரந்தச் சேர்க்கை உறாமலே விதைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்று கண்டுபிடித்தார்கள். கருவுறுதல் அவற்றில் மிகவும் அபூர்வமாகவே நிகழ்கிறது. எனவே, ஹாக்வீட்களுடன் பல ஆண்டுகள் மெண்டல் விடாது செய்த சோதனைகள் முற்றிலும் வேறான விளைவுகளைக் கொடுத்ததுடன், முடிவில் அவருடைய கண்டுபிடிப்பு சரியானதுதானா என்று அவரையே சந்தேகிக்கும்படியும் செய்தது.

ஒரு மாபெரும் கண்டுபிடிப்பு தனது கவனத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்டுள்ளது என்பதை நகேலி உணர்ந்திருப்பாரேயானால், *1860*களிலேயே நவீன மரபியல் பிறந்திருக்கும். மாறாக, மெண்டலின் படைப்பு முப்பத்தைந்து ஆண்டுகள் நூலாக அலமாரிகளில் கவனிப்பாரற்று கிடந்தது. *1900*இல்தான் அவரது விதிகள் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அவரது பெயர் புகழ் பெற்றது. இன்று அவரது பெயர் ஒவ்வொரு பள்ளி மாணவனுக்கும் தெரியும்.

மரபுத்தன்மையினுடைய அடிப்படை விதிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் நூற்றாண்டினைக் குறிக்கும் வகையில், ஆகஸ்ட் *1965*இல் உலகெங்கிலிருந்தும் மரபியலாளர்கள் செக்கோஸ்லோவாக்கியாவில் கூடினார்கள். ப்ரூனேவின் புதிய அரங்கின் (செக்கோஸ்லோவியர்கள் அதை 'நோவி திவாத்லோ' என்று அழைப்பர்) பிரம்மாண்டமான கூட்டத்தில் விஞ்ஞானிகள், பத்திரிக்கையாளர்கள், பல்வேறு அமைப்புகளின் பிரதிநிதிகள் ஆகியோர் பெருந்திரளாகக் குழுமியிருந்தனர்.

தொடக்க விழாவிற்குப் பின்பு நரைத்த தாடியுடன்கூடிய ஒரு குட்டையான மனிதர், செக் மரபியலாளர்களில் மிகவும் முதியவரான பி.நெமெச் மேடைக்குச் சென்றார். 'மெண்டலின் கண்டுபிடிப்பும் அவரது காலமும்' என்ற ஒரு கட்டுரையை அவர் படித்தார். உலகப் புகழ் பெற்ற பெயர்

களைக் கொண்ட பிற விஞ்ஞானிகள் அவரைத் தொடர்ந்னர்ர். அவர்கள், தங்களுடைய நாடுகளில் மெண்டலிசத்தின் வளர்ச்சியையும், தாவரங்களின் வளர்ப்பு, கால்நடை வளர்ப்பு, மற்றும் மருத்துவம் இவற்றில் மரபியலின் வெற்றியையும் பற்றிக் கூறினார்கள். ''மரபியலின் பிறந்த நாள் கொண்டாட்டம் புதிய அரங்கோடு மட்டும் நின்றுவிடவில்லை. செக்கோஸ்லோவாக்கியா முழுவதற்குமே அது ஒரு தேசிய விடுமுறை நாளாக இருந்தது. வீதிகள் எல்லாம் மெண்டலின் உருவப்படங்களும், மரபியல் பற்றிய சுவரொட்டிகளும் காணப்பட்டன. அயல்நாட்டுப் பயணி ஒருவர் கூட்டம் நடைபெறும் இடத்தைத் தேடி அலைய வேண்டியிருக்கவில்லை. 'மெண்டல்' என்று கூறினாலே போதும் எந்த ஒரு வழிப்போக்கரும் பள்ளிச் சிறுவனாக இருந்தாலும் ஓய்வு ஊதியம் பெறும் முதியவராக இருந்தாலும் அவருக்கு வழி காட்டுவார்.

பின்னர் விழா பிரேகில் நடைபெற்றது. அங்கு உயிரவகை மாற்றம் பற்றிய அனைத்துலகக் கருத்தரங்கு ஒன்று நடைபெற்றது. அதில் பங்கு கொண்டவர்களுக்கு மெண்டல் அருங்காட்சியகம், விஞ்ஞானப் பேரவை, செக்கோஸ்லோவிய சோஷலிசக் குடியரசு ஆகியவற்றின் சார்பாக வரவேற்பு அளிக்கப்பட்டன. தலைசிறந்த மரபியலாளர்களுக்கு கௌரவப் பல்கலைக்கழக டாக்டர் பட்டங்களும், நினைவுப் பதக்கங்களும் அளிக்கப்பட்டன.

அந்தக் கொண்டாட்டங்களிலும், கருத்தரங்கங்களிலும் பங்கு கொள்ளவும், அந்நிகழ்ச்சி ஒன்றில் ஒரு கட்டுரையைப் படிக்கவும் நான் பேறு பெற்றிருந்தேன். அது மறக்க முடியாத நினைவுகளைக் கொண்ட பதினைந்து நாட்களாகும். ஆனால் நான் எங்கிருந்த போதிலும், ஜீனுடைய நுண் அமைப்பைப் பற்றிய நவீனக் கருத்துக்களைக் கூறும் விரிவுரையைக் கேட்டுக் கொண்டிருந்தாலும், கார்லஸ் பாலத்திலிருந்து வில்தாவாவினுடைய வெள்ளப் பெருக்கை ரசித்துக்கொண்டிருந்தாலும், திருமடத்தின் முன்னாள் மடாதிபதியும், தலைவருமான கிராகார் மெண்டலைக் கௌரவிப்பதற்காக நடைபெற்ற திருப்பலியில் மோஸார்டின் 'ஆவ் வீரம்' (Ave verum) என்ற இசையைக் கேட்டுக்கொண்டிருந்தாலும், யுகலீஹா (பீப்பாய்) எனும் சாராயக் கிடங்

கில்—இங்குதான் சிறந்த போர்வீரன் ஷ்விக் தனது காலத்தைச் செலவிடுவான்—பீர் அருந்திக் கொண்டிருந்தாலும் சரி, நான் ஒரு விஷயத்தைப் பற்றி மட்டுமே, விஞ்ஞானத்தின் தலைவிதியைப் பற்றி மட்டுமே சிந்தித்துக் கொண்டிருந்தேன்.

நிச்சயமாக, மெண்டலிசத்தின் வரலாறு பற்றியோ, மரபியல் பற்றியோ, தத்துவார்த்தத்தில் நான் புதியதாக எதையும் விழாக்களின்போது கேட்கவில்லை என்பது உண்மையே. ஆனால் கருத்தரங்கில் படிக்கப்பட்ட கட்டுரைகளும், அந்தச் சூழ்நிலை முழுவதும் கடந்த நூற்றாண்டுகளில் மரபியல் கடந்து சென்றுள்ள பாதையைப் பற்றிச் சிந்திக்கும்படி என்னை நிர்பந்தித்தன. அக்காலத்தில் வியத்தகு விஷயங்கள் நடைபெற்றுள்ளன. மெண்டலின் கண்டுபிடிப்பு ஏற்றுக் கொள்ளப்படாமலே இருந்தது என்பதும், 34 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் மூன்று விஞ்ஞானிகளால் மூன்று வெவ்வேறு நாடுகளில் ஒரே சமயத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்பதும் அனேகமாக எல்லோருக்கும் தெரிந்திருக்கும். ஜீனின் வேதியல் தன்மை பற்றிய முதல் பரிசோதனைக்கும், கதிர்வீச்சாலும், வேதியல் பொருள்களாலும் மரபுத்தன்மை மாற்றப்படுவது பற்றிய முதல் பரிசோதனைக்கும் அதே கதிதான் ஏற்பட்டது என்பது உங்களுக்குத் தெரியுமா? பௌதிகவியலாளர்களைப் போலவே, மரபியலாளர்களும் அண்மை ஆண்டுகளில் அணு மற்றும் மூலக்கூறின் மட்டத்திற்கு ஊடுறுவிச் சென்றிருப்பதோடு அவர்களால் சில பரம்பரை நோய்களின் ‘வேதியல் சூத்திரத்தையுங்’கூட எழுத முடிகிறது என்பது ஓர் அற்புதமல்லவா? ஆனால் தனிப்பட்ட விஞ்ஞானிகளால் சென்ற நூற்றாண்டின் முடிவு எனும் அப்பழங்காலத்திலிருந்தே பின்பற்றப்பட்ட பாதையின் (எவ்வளவு வளைவு சுழிவு கொண்டதாக இருந்தாலும்) வழியிலேயே இந்தப் புதிய சாதனைகள் அடையப்பட்டுள்ளன என்பது எத்தனை பேருக்குத் தெளிவாகத் தெரிகிறது? மெண்டலிசத்திற்கு இணையாக மெண்டல் எதிர்ப்பு வாதமும் எப்பொழுதுமே இருந்ததையும் சிலவேளைகளில் அது ஆதிக்கம் பெற்றது என்பதையும் ஒருவர் எவ்வாறு சிந்திக்காமல் இருக்க முடியும்?

அப்போதுதான் மரபியல் மற்றும் மரபியலாளர்கள் பற்

றியும், விஞ்ஞானத்தின் தலைவிதியைப் பற்றியும், அதன் படைப்பாளர்களையும் அவர்களது தலைவிதிகளையும் பற்றியும் ஒரு நூல் எழுத வேண்டுமென்ற எண்ணம் எனக்கு உண்டாயிற்று. எனது சாதாரண வாசகருக்காக எழுதப்பட்டிருந்த போதிலும் அது பொதுவான மக்களுக்கான விஞ்ஞானம் அல்ல. விஞ்ஞானத்தின் சாதனைகள் ஒரு புறமிருக்க, அதைப் படைத்த உயிருள்ள மக்கள், ஒரு முன்னோடியின் பேரின்பத்தை அனுபவிக்கும் மக்கள், தவறுகளைச் செய்பவர்களும் துயரத்தை அனுபவிப்பர்களுமான மக்கள், உள்ளனர். மெண்டலுக்கும் நகேலிக்கும் இடையே நடைபெற்ற அந்த நிகழ்ச்சி—ஒரு துயரம் மிக்கதல்லவா? என்னைப் பொருத்தமட்டில் அது சேக்ஷ்பியரால் விவரிக்கத்தக்க ஒரு கருப்பொருளாகும். 1866 இல் நகேலி, அவருக்கு அனுப்பப்பட்டிருந்த கட்டுரையைப் புரிந்து கொள்ளும் திறனுடையவராக இருந்திருப்பாரேயானால் அவர்கள் இவருடைய வாழ்க்கையுமே மாற்றம் அடைந்திருக்கும். மெண்டல் திருச்சபை வரிகள் பற்றிய சோர்வூட்டும் வழக்குகளில் உழன்று ஊர்பேர் தெரியாமல் மாண்டிருக்க மாட்டார். ஒரு புதிய விஞ்ஞானத்தின் பிறப்பை 34 ஆண்டுகள் தடை செய்த மனிதர் என்ற வகையில் நகேலி நினைவில் வைத்திருக்கப்பட மாட்டார்.

எனவே, ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட பண்டைய மரபியல், நவீன மரபியல் இரண்டிலிருந்துமே அடிப்படை விஞ்ஞான விவரங்கள் இங்குத் தொகுத்துக் கூறப்பட்டிருந்தபோதிலும் எனது நூல், முதன்மையாக விஞ்ஞானத்தைப் பற்றி அல்லாது விஞ்ஞானிகளைப் பற்றியும், கண்டுபிடிப்புகளின் தலைவிதியைப் பற்றியும், கருத்துகளின் வளர்ச்சி மற்றும் பரிமாற்றம் இவை பற்றியும் நாம் விஞ்ஞானத்தை எந்த நிலைகளின் கீழ் பின்பற்றுகிறோமோ அவற்றைப் பற்றியும் கூறும் நூலாகும்.

ஆனால் வாசகருக்கு இரண்டு விஷயங்களைப்பற்றித் தொடக்கத்திலேயே நான் எச்சரித்து விட விரும்புகிறேன். முதலாவதாக, இது ஓர் அடிப்படைத் திட்ட உருவரையாகும். இது போன்ற நூலில் மரபியல் பற்றிய முழு உருவரையைக் கொடுப்பதோ, மிகவும் முக்கியமான விஷயங்கள் அனைத்தையும் பற்றி மட்டும் கூறுவதோ கூடச் சாத்தி

யமற்றது. ஏராளமான விவரங்களிலிருந்து மிகவும் இன்றியமையாதவை அல்லது மிகவும் சுவையானவை என்று எனக்குத் தோன்றியவற்றை மட்டுமே நான் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டியிருந்தது. இரண்டாவதாக, எனது சொந்த விருப்பு வெறுப்புகளாலும் ஒரு துறையைக் காட்டிலும் மற்றொன்றில் அதிகமான அறிவைக் கொண்டிருப்பதாலும், சக விஞ்ஞானிகளுடன் எனக்குள்ள நேரடித் தொடர்பாலும் நான் பாதிக்கப்பட்டிருக்கவும் கூடும்.

மரணத்திற்குப் பின் புகழ்

மாபெரும் புதிர்

கடும் கஞ்சனாகிய எசமானன் மேய்ப்பன் ஒருவனுடன் நீண்ட நேரம் பேரம் பேசிக்கொண்டிருந்தான். முடிவாக அவர்கள், பிந்தியவர், புள்ளியிட்ட ஆட்டுக்குட்டிகளை எடுத்துக் கொள்ளலாம் என்றும், கருப்பான ஆட்டுக்குட்டிகள் எசமானர் வசம் ஒப்படைக்கப்பட வேண்டுமென்றும் ஒப்பந்தம் செய்து கொண்டனர். ஆனால் தந்திரத்தில் குள்ளநரி போன்ற எசமானன், கருப்பு ஆடுகளை மட்டும் மந்தையில் விட்டு வைத்து விட்டு மற்றவற்றைச் சேகரித்து இரண்டு அல்லது மூன்று நாள் பயணம் செய்ய வேண்டிய தொலைவிற்கு ஓட்டிச் சென்று விட்டான். ஆனால் மேய்ப்பன் அதைவிடத் தந்திரசாலியாக இருந்தான். அவன், ஆடுகள் நீர் குடித்த தொட்டிகளில் பசுமையான பாப்ளார், ஹேஸல், செஸ்ட்நட் ஆகிய மரங்களின் கொப்புளைப் போட்டு வைத்தான். கடும் கஞ்சனான எசமானன் வியக்கும் வகையில் அந்தக் கருப்பு ஆடுகள் வட்டம், புள்ளி இவற்றைக் கொண்ட குட்டிகளை ஈன்றன. மேய்ப்பன் பணக்காரன் ஆனான்.

இந்தக் கதை நமக்குத் தெரிந்த நூல்களிலேயே மிகப் பழமையான ஒன்றில்—பைபிளில்—சிருஷ்டி எனும் பகுதியில் கூறப்பட்டுள்ளது. அதில் யாக்கோபு எவ்வாறு தனது கஞ்சனான மாமனாரை ஏமாற்றினான் என்று கூறப்படுகிறது. இந்தக் கதை மிகவும் பழமையானது; ஆனால் பொருள் பொதிந்தது.

பண்டைய கிரேக்கன் தனது மனைவியின் பேறுகாலத்தின்போது படுக்கை அருகில் அப்போலோவின் சிலை ஒன்றை வைப்பான். உண்மையில், தனது மைந்தன் அழகான அந்தக் கடவுளைப் போல இருக்க வேண்டுமென்பதற்காகவே அவ்வாறு செய்தான். இன்றுகூடச் சிலர், பேறுற்ற ஒரு

பெண் தீயைப் பார்க்கக் கூடாது என்றும், அவ்வாறு பார்த்தால் செம்பட்டைத் தலையுடைய குழந்தை பிறக்குமென்றும் நம்புகின்றனர்.

உயிரிகளின் பிறப்பைப் பற்றியும், உடல் மற்றும் உளப் பண்புகளை மரபு வழியில் பெறுதல் அல்லது பெறாது இருத்தல் இவற்றுடன் தொடர்புடைய கட்டுக்கதைகள், மூட நம்பிக்கைகள் இவை பற்றியும், அநேகத் தொகுதிகளில் நூல்கள் எழுதலாம். வியப்பேதுமில்லை. இப்பிரச்சினைகளில் எல்லாருக்கும் ஆர்வமுண்டு. புதிய உயிரிகள் இவ்வுலகில் தோன்றுகின்றன. அவை சில காலத்திற்குப் பிறகு தங்கள் பெற்றோர்களைப் போலத் தோற்றமளிக்கத் தொடங்குகின்றன என்பது ஓர் அற்புதமல்லவா? ஒரு குழந்தை ஆணாக இருக்குமா பெண்ணாக இருக்குமா என்பது ஒரு மாபெரும் புதிரல்லவா? அது யாரைப் போல இருக்கும்? புதிய உயிர்களின் பிறப்பு மற்றும் மரபுக் குணங்களின் தொடர்ச்சி இவை பற்றிய கேள்விகளுக்கு விஞ்ஞானத்தால் விடை அளிக்க முடியாதிருந்தவரை, கட்டுக்கதைகள் இடைவெளியை நிரப்பியது இயற்கையே.

எத்தனை வினோதமான கட்டுக்கதைகள் புனையப்பட்டுள்ளன? புகழ் பெற்ற ரோமானிய அறிஞரும், எழுத்தாளருமான மார்க்ஸ் டெரின்ஸியஸ் வார்ரோ (கி. மு. 116-27) வேளாண்மை பற்றிய அவரது நூலில், தேனீக்கள் ஒரு பகுதி தேனீக்களாலும், ஒரு பகுதி எழுதுகளாலும் பெற்றெடுக்கப்படுகின்றன என்று எழுதினார். எருதுகள் அழுகும்போது அவ்வாறு செய்கின்றன. அதனால்தான் கிரேக்கத் தத்துவஞானி ஆர்க்கிலாஸ் அவருடைய கவிதையில் தேனீக்களை அழுகிய எருதுகளின் இறக்கையுள்ள குழந்தைகள் என்று அழைத்தார். குளவிகள் குதிரைகளாலும், தேனீக்கள் கன்றுக் குட்டிகளாலும் பெற்றெடுக்கப்படுகின்றன என்றும் அவர் எழுதினார்.

கருவுறுதல் பற்றிய கருத்துகளும் அதே அளவு நம்புதற்கரியவையாக இருந்தன. குரோடோனாவைச் சேர்ந்த அல்க்மியான் (கி.மு.5வது நூற்றாண்டு) விந்து மூளையின் ஒரு பகுதியாகும் என்று வலியுறுத்தினார். விதை உடலின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் உண்டாகிறது என்று கருதிய அனக்ஸாகோரஸ், டெமாக்ரிடாஸ், ஹிப்போகிரேடஸ் ஆகியோர்

அவருடைய கருத்தை எதிர்த்தனர். எனினும், கட்டுக்கதைகளிலிருந்தும், புராணக் கதைகளிலிருந்தும் உயிரிகளின் பிறப்புக்குக் கருவுறுதல் இன்றியமையாதது என்று அன்று கருதப்படவில்லை என்பது நமக்குத் தெரியவருகிறது.

கட்டுக்கதைகள் என்ன கூறிய போதிலும் நிலத்தில் வேலை செய்வதும், கால்நடைகளை வளர்ப்பதும், புதிய வகைகளையும், இனங்களையும் உண்டாக்குவதும் தேவைப்பட்டது. மிகப்பண்டைய காலத்தை நாம் பார்த்தபோதிலுங்கூட சில சந்தர்ப்பங்களில் மானிட நடைமுறை எந்த அளவிற்கு முன்னேறியிருந்தது என்பதைக் கண்டு நாம் வியக்கிறோம். தொல்பொருள் ஆய்வாளர்கள் கல்லாலான செதுக்குச் சித்திரம் ஒன்றைக் கண்டெடுத்துள்ளனர். அதில் இறக்கையுள்ள உயிரினம் ஒன்று ஒரு பேரீட்சை மரத்தின் மீது தனது இறக்கைகளை விரித்துக்கொண்டிருப்பது போன்று செதுக்கப்பட்டுள்ளது. மரத்தின் அருகே அஸ்ஸீரிய மன்னனும் பேரீட்சை மரத்தின் பெண் பூக்களை செயற்கை முறையில் மகரந்தச் சேர்க்கையுறச் செய்து கொண்டிருக்கும் சடங்குமுறை உடைகளை அணிந்த பூசாரியும் காணப்படுகின்றனர். அந்தச் செதுக்குச் சித்திரம் 2500 ஆண்டுகளுக்கும் முற்பட்டது. ஆனால் தாவரங்களில் பால் இனப்பிரிவு உண்டா என்று விஞ்ஞானிகள் சென்ற நூற்றாண்டில்கூட விவாதித்துக்கொண்டிருந்தனர். எனினும், விவசாயப் பயிர்களில் பெரும்பான்மையானவை வரலாற்றுக்கு முந்திய காலத்திலேயே பயிரிடப்பட்டு வந்தன.

இவ்வாறுக, மரபு குணங்களின் தொடர்ச்சி பற்றியும், அதனோடு இணைந்த நிகழ்வுகள் பற்றியும் இருவகைக் கண்ணோட்டங்கள் ஒரு பக்கத்தில் சில சமயங்களில் கவிதை வடிவிலும் சில சமயங்களில் கேலிக்கூத்தானதுமான அப்பாவித்தனமான கட்டுக்கதைகளும் மூட நம்பிக்கைகளும், மற்றொரு பக்கத்தில், தற்செயலான கண்டுபிடிப்புகள், குருட்டுத்தனமான முயற்சி மற்றும் தவறு இவற்றின் மூலம் பல்லாயிரம் ஆண்டுகளாகச் சேகரிக்கப்பட்ட அறிவு நிரூபிக்கப்படாவிட்டாலும், நடைமுறையில் பயன் அளித்த முறைகளின் தொகுப்பு ஆகியன பல நூற்றாண்டுகளாக அருகருகே இருந்து வந்துள்ளன.

ஆனால் விஷயங்கள் இது போல நிரந்தரமாக இருக்க

முடியாது. மனித சமூகத்தின் வளர்ச்சி விஞ்ஞான ரீதியான முறையின் மூலமே அடையக்கூடிய புதிய தேவைகளுடன் வேளாண்மையை முன்நோக்கத் தொடங்கியது. பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டில் வளர்ச்சியுற்றிருந்த நிலைமை இது தான். மெண்டலின் ஆராய்ச்சி, விவசாயிகள் மற்றும் கால் நடை வளர்ப்பாளர்களின் நடைமுறைத் தேவைகளால் பாதிக்கப்படாமலிருக்கவில்லை என்பதும் உண்மையே.

மறுபுறத்தில் மரபு குணங்களின் தொடர்ச்சி பற்றிய விதிகளுக்கான முன்தேவைகளைச் சிருஷ்டி செய்திருந்த போதிலும் அவ்விதிகளின் கண்டுபிடிப்போடு நேரடித் தொடர்பு கொண்டிராத, அதற்கு முந்திய பல முக்கியமான ஆராய்ச்சிகளின்றி எவ்வாறு மெண்டலால் அவரது கண்டு பிடிப்பைச் செய்திருக்க முடியாதோ, அதுபோன்ற மரபுக் குணங்களின் தொடர்ச்சி பற்றிய குரோமசோம் கோட் பாடும், மூலக்கூறு மரபியலும் மெண்டலிசமின்றிக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்க முடியாது.

குமிழிகளும் செல்களும்

ருஷ்ய விஞ்ஞானப் பேரவையின் அங்கத்தினரான மிஹை யில் லோமோனோஸோவ், 1750 இல் ''கண்ணாடியின் பயன் கள் பற்றிய கடிதம்'' ஒன்றை எழுதினார் (அவருடைய ''கடிதங்கள்'' பலவற்றைப் போன்று இதுவும் கவிதை வடி வில் இருந்தது). அதில் அவர் மைக்ரோஸ்கோப் பற்றியும், ''அதன் மூலம் பார்க்கப்படக்கூடிய புதிர்கள்'' பற்றியும் விவரித்தார்.

வேதியல் பொருட்கள், உயிரிகள் இரண்டையுமே ஆராய் வதற்கு அவரே மைக்ரோஸ்கோப்பைப் பயன்படுத்தினார். அவரது காலத்தில்கூட அது ஒரு புதுமையாகவே இருந்தது. முதல் பூதக் கண்ணாடிகளைச் செம்மையுறச் செய்த ஹுக் கின் கண்டுபிடிப்பிற்குப் பின்பு நூற்றிற்கும் குறைவான ஆண் டுகளே கழிந்துள்ளன. விஞ்ஞானமும், வாழ்க்கையும் இன் னமும் மெதுவாகவே நடைபோட்டுக் கொண்டிருந்தன. ஒரு நூற்றாண்டு என்பது ஒரு நீண்ட காலமல்ல. லோமோ னோசோவ் கூறியது சரியே. மைக்ரோஸ்கோப் பல 'புதிர் களை' வெளிப்படுத்தியுள்ளது, இன்னமும் வெளிப்படுத்து

கிறது. மரபுக் குணங்களின் தொடர்ச்சி பற்றிய விதிகளை விளக்குவதற்கு முன் இப்புதிர்களில் ஒன்று—உயிரிகளின் செல் அமைப்பு—கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டியிருந்தது.

சம்பிரதாயமான முதலிடம் கொடுப்பதானால், ராபர்ட் ஹீக் 1667 இல் முதன்முறையாக அவரே செல்களைப் பார்த்தார். அவர் பாயில்-மாரியெட் விதியைக் கண்டுபிடித்த புகழ்பெற்ற ஆங்கிலப் பௌதீகவியலாளரும், வேதியலாளருமான ராபர்ட் பாயிலின் உதவியாளர். இவ்விதி தெரியாத காரணத்திற்காக உலகெங்கும் உள்ள பள்ளிச்சிறுவர்கள் இன்றுகூட தேர்வில் நிறுத்தப்படுகிறார்கள். ஹீக் ஒரு மைக்ரோஸ்கோப்பைத் தயாரித்து அதைக் கொண்டு எல்லா வகையான பொருள்களையும் ஆராய்ந்தார். ஒரு நாள் ஒரு பழைய ஒயின் பாட்டில் தக்கை அவருக்குக் கிடைத்தது. அவர் மைக்ரோஸ்கோப்பின் கீழ் வைத்தார். விநோதம்—அது மிருதுவாகவும் மழமழப்பாகவும் இருந்த போதிலுங்கூட அதில் தேனறைகளைப் போன்ற பல குழிகள் காணப்பட்டன. ஹீக் அவற்றை 'செல்கள்' என்று அழைத்தார். பிற தாவரப் பொருள்களில்—காரெட், கிழங்கு இவற்றின் துண்டுகளில்—அதேவகையான அமைப்பை அவர் கண்டார். ஆனால் அதிலிருந்து எந்தப் பெரிய கண்டுபிடிப்பும் தோன்றவில்லை. அந்த இளம் விஞ்ஞானி அவற்றின் அளவைக் கணக்கிடுவதோடு நிறுத்திக் கொண்டார். இந்த நுண்துளைகள் எபிக்யூரஸ் கருதிய அணுக்கள்கூட அவற்றின் மூலம் செல்ல முடியாத அளவு பெரியவை என்று கருதக்கூடிய வகையில் மிகச் சிறியனவாக உள்ளன என்று அவர் வியப்புடன் எழுதினார். அவ்வளவுதான்.

ஆனால் அப்போது வேறு என்னதான் எழுதியிருக்க முடியும்? மாபெரும் பொதுமைப்பாடு ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன் ஏறத்தாழ 200 ஆண்டுகள் கழிய வேண்டியிருந்தது. பல விஞ்ஞானிகள் மைக்ரோஸ்கோப்புகளின் மூலம் பார்த்து அவ்வப்போது குமிழி அல்லது செல் அமைப்பைக் கண்டார்கள். ஆனால் எப்போதும் அல்ல. அவர்களுடைய மைக்ரோஸ்கோப்புகளும், மைக்ரோஸ்கோப் நுணுக்கங்களும் செம்மையற்றவையாக இருந்தன. ஆனால் 1830 களின் முடிவில், செல் அமைப்பு உயிருள்ள பொருட்கள் அனைத்திற்கும் பொதுவான விதி என்பது தெளிவாயிற்று. பல விஞ்ஞா

னிகள் தனித்தனியே அக்கருத்திற்கு வந்தார்கள் என்பது ஒரு தற்செயல் நிகழ்ச்சி அல்ல.

செல் கோட்பாட்டிற்கான பெருமை, வழக்கமாக, தாவரவியலாளர் மாத்தியாஸ் ஜாகோப் ஷ்லீடன் (இவர் ருஷ்யாவில் சில ஆண்டுகள் ஆராய்ச்சி செய்தார்) விலங்கியலாளர் பிரெட்ரிக் தியோடர் ஷ்வான் என்ற இரு ஜெர்மன் பேராசிரியர்களுக்கு உரித்தாக்கப்படுகிறது. ஆனால் அதே முடிவு அதே சமயத்தில் ஜோகன்னாஸ் புர்குன்யி என்ற செக்கோஸ்லோவியராலும் அதற்குச் சிறிது காலத்திற்கு முன்பு செயிண்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க் மருத்துவ இரண சிகிச்சை பேரவையில் பேரசிரியராக இருந்த ருஷ்யர் பாவெல் கோரியானினோவாலும் எடுக்கப்பட்டது. பின்னவர் 1837 இல் ''அங்க ஜீவிகள் அனைத்தும் மிக நுண்ணிய குமிழியிலிருந்து தோன்றுகின்றன. புதிய குமிழிகளின் சேர்க்கை மூலம் செல் திசுக்கள் உண்டாகின்றன. அவை வட்டமான குமிழிகளை கொண்டு நெகிழ்வுடனோ, நீண்ட குமிழிகள் அல்லது செல்களைக் கொண்டு அழுத்தப்பட்டோ, நார் போன்றோ இருக்கலாம். செல் திசுக்களின் முதன்மையான குமிழிகள் பலமுறை மாற்றம் அடைந்து, அங்ககத் திசுக்களின் எல்லா வகைகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. தாவர செல் ஒன்று கணித ரீதியான ஒழுங்கைக் கொண்டுள்ளது. ஆனால் அதிகம் வேறுபடுவதில்லை.... மாறாக, ஒரு விலங்கின் செல் ஒரே மாதிரியாக அல்லாது மிகுந்த வேறுபாட்டைக் காட்டுகிறது,'' என்று எழுதினார்.

செல்லைப் பொருத்தமட்டில் அந்த ஆண்டுகளில் மிகக் குறைவாகவே தெரிந்திருந்தது. செல் கோட்பாட்டை உருவாக்கிய எவருமே குரோமோசோம்கள், செல் மற்றும் மையக்கரு பகுப்பின் விதிகள், கருவுறுதலின்போது செல்லினுள் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகள் ஆகியவை அனைத்தும் மெண்டல் தனது கண்டுபிடிப்பைச் செய்த பின்தான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு ஆராய்ச்சி செய்யப்பட்டன. செல்களின் மிக நுண்ணிய அமைப்பு, குரோமோசோம்கள் மற்றும் பிற செல் அங்கங்கள் இவற்றின் உள் அமைப்பு ஆகியவை நமது காலத்தில்தான் ஆராயப்பட்டுள்ளன.

கோரியானிஞேவ், புர்கின்ஜி, ஷ்லீடன், மற்றும் ஷ்வான்

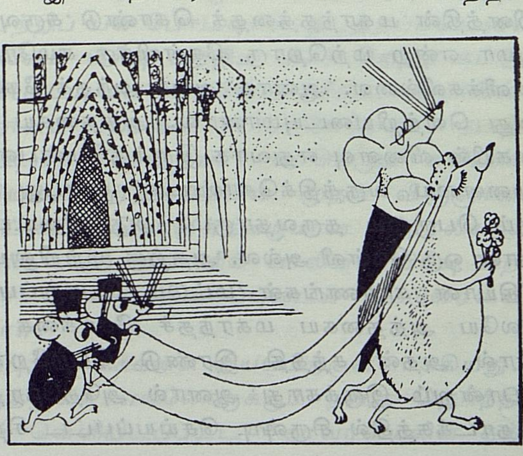
ஆகியோர் செல் அமைப்பைப் பற்றி அறிந்திருந்ததெல்லாம், அது ஒரு சவ்வினால் சூழப்பட்ட அடர்த்தியான திரவத்தை யும் (அதை அவர்கள் புரோடோபிளாசம் என்று அழைத் தார்கள்) ஒரு மையக் கருவையும் கொண்ட குமிழி என்பது தான். உயிருள்ள பொருள்கள் அனைத்தும் செல்களாலான வை என்ற ஒரே விவரந்தான் உறுதியாக நிலைநாட்டப்பட் டிருந்ததாகும். செல் அமைப்பின் நுண்ணிய விவரங்களை நாம் கவனிக்க வேண்டும். ஆனால் அவற்றைப் பற்றி இங்கு பேசுவது மிக முந்தியதாகும். மெண்டலின் காலத்தில் விஞ் ஞானம் எந்த மட்டத்திலிருந்ததோ அதோடு நாம் நிறுத்திக் கொள்வோம். அப்போதுதான் அவருடைய கண்டுபிடிப்பின் பெருமையையும், அதன் தலைவிதியையும் புரிந்துகொள் வது எளிதாக இருக்கும்.

தாவரங்களின் கலப்பினப் பெருக்கம் பற்றிய பரிசோத னைகளே மெண்டலின் முதன்மையான ஆராய்ச்சியாகும். ஒரே ஒரு நூற்றாண்டிற்கு முன்பு தாவரங்களைக் கலப்பி னப்பெருக்கம் செய்வதே ஒரு வழியில் விஞ்ஞானத்தின் மிக உயர்ந்த ஆராய்ச்சியாக இருந்தது என்பதை நம்புவது இன்று கடினமாக உள்ளது. மனித இன வரலாற்றில் முன்னர் என் றும் கண்டிராத அளவு விரைவுடன் விஞ்ஞானமும் தொழில் நுணுக்கமும் வளர்ச்சியடைந்து கொண்டிருக்கும் ஓர் அற் புதமான காலகட்டத்தில் நாம் வாழ்ந்து கொண்டிருக்கி றோம். தற்காலக் குழந்தைகளுக்குத் தொலைகாட்சிப் பெட்டி ஒரு சாதாரணமான வீட்டுச் சாதனமாகும். ஆனால் நாற்பதே ஆண்டுகளுக்கு முன்பு எனது பிள்ளைப் பிராயத் தில் 1930 களின் தொடக்க காலங்களில், மிகச் சாதாரண மான வால்வ் ரேடியோ ஓர் அற்புதமாகக் காட்சியளித்தது. எனவே, விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றைப் புரட்டிப் பார்க்கை யில் மிகவும் எளிதானது என்று இன்று நமக்குத் தோன்றும் பிரச்சினைகளை விடுவிப்பதற்கு எத்தனை காலம் ஆயிற்று என்பதை நாம் தெரிந்து கொள்ளும்போது நாம் வியப்ப டையாமல் இருக்க முடியாது.

தாவரங்களில் பாலினப் பிரிவு இருப்பது பற்றியும், கலப் பினப் பெருக்கத்திற்கான சாத்தியக்கூறு பற்றியும் குறிப் பாக நிலைமை அவ்வாறுதான் இருந்தது. தாவரங்களுக்கு

பாலுணர்வு இருக்கிறதா? முன்னூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் அக்கேள்விக்குத் தெளிவான விடையை விஞ்ஞானத்தால் அளிக்க முடியவில்லை. எனினும், அஸ்ஸீரிய பூசாரிகள் பேரீட்சை மரங்களில் செயற்கை மகரந்தச் சேர்க்கை செய்து கொண்டிருந்தார்கள். மற்றும் மூத்த பிளைனி (கி. பி. 23-79) மகரந்தச் சேர்க்கையில் காற்றின் பங்கைப் பற்றி எழுதினார். ஆனால் அது அதிகார பூர்வமான விஞ்ஞானம் அல்ல. நீண்ட காலம் வரை விஞ்ஞானிகள் பலதரப்பட்ட கருத்துகளைக் கொண்டிருந்தார்கள். அந்த நிலைமை பதினேழாவது நூற்றாண்டின் முடிவு வரை நிலவியது.

ஜெர்மனியில் ஒரு சிறிய நகரமான தியூபென்ஜென், ஏராளமான சுற்றுலாப் பயணிகளைக் கவரும் அதனுடைய மத்தியகால நினைவுச் சின்னங்களால் மட்டுமன்றி ஐரோப்பாவில் மிகப் பழமையான அதனுடைய தாவரவியல் பூங்காவினாலும் பெருமிதம் அடைகிறது. பேராசிரியரின் புதல்வராகிய இளைஞர் ருடால்ப் ஜாகோப் கமரேரியஸ் தனது ஓய்வு நேரத்தையெல்லாம் அங்குள்ள விசேடத் தாவரங்களைப் பரிசீலிப்பதிலும், அவற்றைச் சுற்றி வண்ணத்துப் பூச்சிகள் வட்டமிடுவதைப் பார்ப்பதிலும், எவ்வாறு ஒரு மொட்டு மலராகவும், மலர் சூலகமாகவும், கனியாகவும், விதையாகவும் மாறுகிறது என்பதைக் கவனித்துக் கொண்டிருப்பதிலும் செலவிட்டார். பின்னர் அவர் அப்பூங்காவின் இயக்குநராகி, 1694இல் ''தாவரங்களில் பாலினம் பற்றிய



கடிதம்'' என்ற ஒரு சிறு நூலை வெளியிட்டார். அதில் அவர் மற்ற விஞ்ஞானிகளின் கருத்துகளை தொகுத்ததோடு தன்னுடைய சொந்த முடிவுகளையும் குறிப்பிட்டார். பூவின் அமைப்பு, அதனுடைய ஆண்பால் மற்றும் பெண்பால் உறுப்புகள், மற்றும் இருபால் பூக்கள், ஒருபால் பூக்கள் ஆகியன பற்றி அவர் மிகவும் விவரமாக விளக்கினார். ஆனால் அனைத்திலும் மிக முக்கியமாக அவருடைய நூல், விதைகளின் உற்பத்தியின் மகரந்தத்தின் முக்கியத்துவத்தை மிக விவரமாக எடுத்துக் காட்டிது. மகரந்தச் சேர்க்கையில்லாமல் விதை உண்டாக முடியாது என்று கமரேரியஸ் மிகத் தெளிவாக எழுதினார்.

அவருடைய நூல் தாவரங்களைப் பற்றியதாகவே இருந்தபோதிலும், கமரேரியஸ் பிராணிகளிடையே பாலினப் பிரிவு என்ற பிரச்சினையையும் புறக்கணித்து விடவில்லை. தாவர உலகையும், விலங்கு உலகையும் ஒப்பிட அவர் அவை இரண்டிலும் ஆண் இனப்பெருக்க மற்றும் பெண் இனப் பெருக்கப் பொருள்கள் ஒன்று சேராமல் கரு தோன்றுவது சாத்தியமற்றது என்ற முடிவிற்கு வந்தார். எனினும், அவர் மகரந்தத்தாலும் விந்து திரவத்தாலும் ஆற்றப்படும் சரியான பங்கைத் தெளிவு படுத்தவில்லை. அது நடைபெறுவதற்கு முன் மேலும் 200 ஆண்டுகள் கழிய வேண்டியிருந்தது.

ஒரு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த தாவரத்தை மற்றொரு சிற்றினத்தின் மகரந்தத்தைக் கொண்டு கருவுறச் செய்ய முடியுமா என்ற மற்றொரு கேள்விக்கு கமரேரியஸ்கூட விடை அளிக்கவில்லை. ஆனால் அவர் அந்தக் கேள்வியை எழுப்பி, அது வெற்றியடையுமானால், அத்தகைய மகரந்தச் சேர்க்கையின் விளைவு எதுவாக இருக்குமென்பதைப் பற்றித் தன் மூளையை வருத்திக்கொண்டார் என்பது அவருக்கு மாபெரும் பெருமை தருவதாகும். அது விடையளிப்பதற்கு எளிதான ஒரு கேள்வி அல்ல. அதற்கு முற்றிலும் தூய விஞ்ஞான ரீதியான காரணங்கள் மட்டும் பொறுப்பல்ல. உண்மையிலேயே அத்தகைய மகரந்தச் சேர்க்கை சாத்தியமாகுமானால் அதன் சந்ததி இரண்டு பெற்றோர்களில் எதைப் போன்றும் இருக்காது ஆனால் அதேநேரத்தில் கடவுளால் தொடக்கத்தில் சிருஷ்டி செய்யப்பட்ட சிற்றினங்களே உல

கில் வாழ்ந்தன என்று அந்தக் காலத்தில் பொதுவாக நம்பப்பட்டது.

விஞ்ஞானப் பேரவை ஒரு போட்டி நடத்துகிறது

நல்ல கட்டுரைகளுக்குப் பள்ளிச் சிறார்கள் 'ஏ' என்ற மதிப்பையும், விஞ்ஞானிகள் பரிசுகளையும் பெறுகிறார்கள். பள்ளிக் கட்டுரை ஒன்றின் கருப்பொருள் ஆசிரியரால் கொடுக்கப்படுகிறது. ஆனால் ஒரு விஞ்ஞானிக்குக் கட்டுரையின் கருப்பொருளை எவரும் கொடுப்பதில்லை. அவரது ஆராய்ச்சிக்கு அவராலேயே தீட்டப்பட்ட திட்டம் ஒன்று உள்ளது. சுவை மிக்க விளைவுகள் கிடைக்கும்போது அவை ஆராய்ச்சிக் கட்டுரையாக வெளியிடப்படுகின்றன.

இருபதாவது நூற்றாண்டில் விஷயங்கள் இப்படித்தான் உள்ளன. ஆனால் அது எப்போதும் அதுபோல இருந்ததில்லை. அல்லது இன்னும் சரியாகச் சொன்னால் பள்ளிச் சிறார்கள் ஆசிரியரால் கொடுக்கப்பட்ட கருப்பொருள் பற்றி எப்போதும் எழுதி வந்துள்ளார்கள். சில சமயங்களில் விஞ்ஞானிகளும் அவ்வாறு செய்துள்ளார்கள். முக்கியமானது என்று தோன்றுகின்ற ஒரு பிரச்சினைக்கு நீண்ட காலம் வரை விடை அளிக்கப்படவில்லையானால் ஏதோ ஒரு விஞ்ஞானப் பேரவை தனது குறைவான நிதியிலிருந்து ஒரு தொகையைப் பரிசாக ஒதுக்கி வைத்து ஒரு போட்டியை அறிவிக்கும்.

தாவரங்களைக் கலப்பினப் பெருக்கமடையச் செய்வதற்கான பிரச்சினை பற்றிப் பல போட்டிகள் நடத்தப்பட்டன. தாவரங்களில் பாலினப் பிரிவு பற்றிய மிகச் சிறந்த கட்டுரைக்கான ஒரு போட்டியை செயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்கின் இம்பீரியல் விஞ்ஞானப் பேரவை 1759 லேயேகூட நடத்தியது. அப்போட்டியில் வென்றவர், மாபெரும் சுவீடன் நாட்டு விஞ்ஞானியும், சிற்றினங்களின் முதல் விஞ்ஞான ரீதியான வகைபாட்டைத் தொகுத்தவருமான கரோலியஸ் லின்னேயூஸ் ஆவார். ''தாவரங்களில் பாலினப் பிரிவு பற்றிய ஒரு விரிவுரை'' என்ற தலைப்புடைய கட்டுரையை அவர் சமர்ப்பித்தார்.

இந்தப் படைப்பு பல மக்களை வியப்பிற்குள்ளாக்கியது. லின்னேயூஸின் கருத்துகள் எல்லோருக்கும் நன்கு தெரிந்திருந்தன. 1751 இல் வெளியிடப்பட்ட ''தாவரவியலின் தத்

துவ ஞானம்'' (Philosophia Botanica) என்ற அவருடைய நூலில் காணப்பட்ட பின்வரும் வாசகத்தை அனைவரும் நினைவில் கொண்டிருந்தனர்: 'ஆதியில் எத்தனை சிற்றினங்கள் படைக்கப்பட்டனவோ அத்தனை பல்வேறு சிற்றினங்கள் உள்ளன?' ஆனால் அவருடைய புதிய படைப்பில் புகழ் பெற்ற அந்த சுவீடன் நாட்டவர் அயல் மகரந்தத்தின் மூலம் புதிய சிற்றினம் தோன்ற முடியுமென்று வலியுறுத்தினார். இந்தக் கருத்தை அவர் கூறியதோடு மட்டுமல்லாமல் தன்னுடைய சொந்தப் பரிசோதனைகள் மூலம் நிலைநிறுத்தினார். வெள்ளாட்டுத்தாடி எனும் செடியின் இரண்டு சிற்றினங்களைக் கலப்பினப் பெருக்கம் செய்வதில் அவர் வெற்றியடைந்து ஒரு கலப்பின வகையை உண்டாக்கினார்.

இந்த முடிவிற்கு வருவது லின்னேயூசுக்கு எளிதாக இருக்கவில்லை. அவர் தனது ஆயுட்காலம் முழுவதும் ஆழ்ந்த சமயப்பற்று உடையவராக இருந்து வந்தார். எனவே, அவர் சிற்றினங்கள் அனைத்தும் தெய்வீக சிருஷ்டியின் விளைவு என்றும் அவை மீண்டும் தோன்றவே செய்யாது என்றும் தொடக்கத்திலிருந்தே கருதினார். ஆனால் அவர் ஓர் இயற்கையாளராக இருந்ததோடு கவனம் மிக்கவராகவும் சிந்தனை மிக்கவராகவுங்கூட இருந்தார். தனது சொந்த ஆராய்ச்சிகள், மற்றும் பரிசோதனைகள் இவற்றின் விளைபயனால் லின்னேயூஸ் படிப்படியாகத் தனது கருத்தை மாற்றிக் கொண்டார்.

எடுத்துக்காட்டாக, டோட்ப்ளாக்ஸ் எனும் செடியின் பூக்கள் அவரை மிகுந்த தொல்லைக்குள்ளாக்கின. இந்தச் செடி மஞ்சள் நிறமும், ஸ்னாப்டிராகன் எனும் செடியின் மலர்களைப் போன்ற சமச்சீர் அற்ற வடிவமும் கொண்ட பூக்களை உடையது. ஆனால் சில சந்தர்ப்பங்கள் இச்செடிகள் பூவின் மையத்தைச் சுற்றிக் கதிர்கள் போன்று அமைக்கப்பட்ட முற்றிலும் ஒழுங்கான அல்லி இதழ்களைக் கொண்டுள்ளன. லின்னேயூஸ் இந்த மலர்களை முதன்முறையாகப் பார்த்தபோது அவற்றை விநோதங்கள் என்று கருதிக் கொண்டு அவற்றிற்கு எந்தவிதமான முக்கியத்துவமும் அளிக்கவில்லை. ஆனால் அவற்றின் சந்ததிகளும் அதே போன்ற சமச்சீருடைய பூக்களைக் கொண்டுள்ளன என்று

அவர் தெரிந்து கொண்டபோது, சிற்றினங்கள் புதிதாகத் தோன்ற முடியும் என்று கூறும்படி அவர் நிர்ப்பந்திக்கப் பட்டார். இந்தப் புதிரான நிகழ்வைப் பற்றி அவர் நீண்ட காலம் தன் மூளையை வருத்திக்கொண்டதோடு டோட்ப் ளாக்ஸ் செடியைப் பற்றி 1744 இல் ஒரு சிறப்புக் கட்டுரை யும் எழுதினார்.

இவ்வாறு, புதிய சிற்றினங்கள் இப்போது தோன்ற முடியு மென்றும், வெவ்வேறு சிற்றினங்களைக் கலப்பினப் பெருக் கமடையச் செய்து, பெற்றோர்களை ஒத்திராத சந்ததி யைத் தோற்றுவிக்க முடியுமென்றும் ஏற்றுக் கொள்ள வேண் டியிருந்தது. ஆனால் நம்பிக்கைகளைப் பொருத்த மட்டில் என்ன? லின்னேயூஸ் தனது நம்பிக்கைகளைக் கைவிட்டுவிட வில்லை. சிற்றினங்கள் அனைத்தும் ஒரே சமயத்தில் படைக் கப்படவில்லை என்றும் தனது காலத்திலும் படைப்பு செயல் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது என்றும் அவர் கருதத் தொடங்கினார். அவர் தனது இறுதி ஆண்டுகளில் நண்ப ருக்கு எழுதிய கடிதம் ஒன்றில் தன் கருத்துக்களை வெளி யிட்டார்: ''கடவுள் '1' என்ற எண்ணை '2'க்கு முன்பும், '2'ஐ '4'க்கு முன்பும் படைத்தார் என்றும், முதலில் அவர் எளிதானவற்றையும் பின்னர் சிக்கலானவற்றையும் படைத் தார் என்றும், அவர் முதலில் ஒவ்வொரு பேரினத்திலும் ஒரு சிற்றினத்தைப் படைத்துப் பின்னர் அவற்றைக் கலந்து புதிய சிற்றினங்களைத் தோற்றுவித்தார் என்றும் கருதிக் கொள்ளலாம்.''

உண்மையில் லின்னேயூஸ் ஒரு பரிணாமவாதி அல்ல. அவர் கலப்பினப் பெருக்கத்தை ஓர் அபூர்வமான விதிவிலக் காகவே ஏற்றுக் கொண்டார். ஆனால் உயிரினங்கள் அனைத் திடையேயும் குருதி உறவினைப் பற்றிப் பேசிக்கொண்டும், தாவரக்கலப்பினப் பெருக்கத்தில் தீவிரமான பரிசோதனை களைச் செய்து கொண்டுமிருந்த மக்கள் அவரது காலத்தில் இருந்தார்கள். ஆனால், லின்னேயூஸ் ஒரு மாபெரும் விஞ் ஞானியாக இருந்தார், அவருடைய படைப்புகள் புகழ் பெற் றிருந்தன. அதேவேளை, அவர்களுடைய வேலை கவனிப் பாரற்றுப் போயிற்று.

1778இல் செயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க்கில் கவர்ச்சி மிகு நூல் ஒன்று வெளிவந்தது. ''பிராணிகள் மாற்றம் பற்றிய

ஒரு தத்துவ ஞான விரிவுரை. ஸ்மோலன்ஸ்க் சமயப் பள்ளியில் ஜெர்மன் ஆசிரியரான இவான் மோரோஸோவ் என்பவரால் ஜெர்மன் மொழியிலிருந்து மொழி பெயர்க்கப்பட்டது'' என்று அதன் முகப்புப் பக்கம் கூறியது. அதை எழுதியவரின் பெயர் குறிப்பிடப்படவில்லை. ஆனால் அவர் வியத்தகு விஷயங்களை எழுதினார். சிற்றினங்கள் மாறாதவை என்ற கருத்தை அவர் விடாப்பிடியாக எதிர்த்துப் பிராணிகள் அனைத்தும் ஒரு பொதுவான மூதாதையரிலிருந்து தோன்றின என்ற முடிவிற்கு வந்தார். அவர் மனிதனுக்கு விதிவிலக்கு அளிக்கவில்லை. அந்த ஆசிரியரின் பெயரையும், அந்நூலின் தொடக்கத்தையும் கண்டுபிடிக்க வரலாற்றாசிரியர்கள் பெருமுயற்சி செய்தார்கள். அது முற்றிலும் ஆர்வமூட்டக் கூடியது என்பதை நிரூபித்தது.

1765 இல் பேரரசி இரண்டாம் காதரைன் ஆணைப்படி ருஷ்யாவில் முதல் விஞ்ஞானக் கழகம் நிறுவப்பட்டது. ''விவசாயத்திற்கும், தொழில் துறைக்கும் பயனுள்ள அறிவை நாட்டில் பரப்புவதே'' அதன் முதன்மையான குறிக்கோளாக இருந்தது. இலவசப் பொருளாதாரக் கழகம் என அது வழங்கப்பட்டது. கழகம் மற்ற விவரங்களோடு தேனீ வளர்த்தலிலும் அக்கறை காட்டியது. இத்துறையில் பயிற்சி பெறுவதற்கென இரு இளைஞர்களை, அக்காலத்தில் சாக்ஸனியில் வசித்து வந்த புகழ் பெற்ற தேனீ வளர்ப்பாளர் ஆடம் ஷிராச்சிடம் அனுப்புவது என்று தீர்மானிக்கப்பட்டது. ஸ்மோலென்ஸ்க் சமயப் பள்ளியைச் சேர்ந்த இரண்டு பட்டதாரிகளான அஃபனாசி காவெர்ஷனேவ் மற்றும் இவான் போரோதோவ்ஸ்கி தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டனர். அவர்கள் இருவரும் திறமையும், ஆர்வமும் மிக்கவர்களாக இருந்தனர். அவர்கள் வெளிநாட்டில் வசித்தபோது தேனீ வளர்த்தலில் ஈடுபட்டிருந்தது மட்டுமல்லாமல் தங்கள் சொந்த முன்முயற்சியால் வேறு பல விஞ்ஞானங்களையும் கற்றார்கள். காவெர்ஷனேவ் குறிப்பாகத் திறமை மிக்கவர் என்பதை நிரூபித்தார். அவர் தன் நாட்டிற்குத் திரும்புமுன் 1775 இல் ''பிராணிகளின் மாற்றம் பற்றி'' என்ற நூலை ஜெர்மன் மொழியில் வெளியிட்டார். இதுதான் பின்னர் ஆசிரியரின் பெயரை விட்டு விட்டு ருஷ்யனில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டது.

திறமை மிக்க இந்த விஞ்ஞானியின் பிற்காலம் துயரம் மிக்கதாக இருந்தது. அவரது விஞ்ஞான முயற்சிகளைத் தொடர்ந்து செய்வதற்குப் பதிலாக அவர் ஸ்மோலென்ஸ் கிற்குத் திரும்பி வரும்படி நிர்பந்திக்கப்பட்டு, அங்கு ஒரு குட்டி அதிகாரியாகி, ஊர்பேர் தெரியாமல் ஏழ்மையில் இறந்தார்.

கலப்பினப் பெருக்கம் பற்றிய அதிகாரபூர்வமான முதலாவது தொடர் நூல்களும் ருஷ்யாவுடன் தொடர்பு கொண்டிருந்தன. அவற்றின் ஆசிரியர் ஜோஸப் காட்லீப் கொயெல்ராய்ட்டர். அவர் ஜெர்மனியில் 1733இல் பிறந்தார். அவர் பல இடங்களில் பணியாற்றினர். அவர் தனது சொந்த ஊராகிய ஷுல்ஸ், கால்வ, செயின்ட் பீட்டர்ஸ் பர்க், பெர்லின் மற்றும் லீப்ஸ்க் முதலிய இடங்களில் பணி புரிந்த பின்பு முடிவாகக் கார்ஸ்ரூவில் நிரந்தரமாகத் தங்கினார். அங்கு அவர் இயற்கை விஞ்ஞானப் பேராசிரியாக இருந்தார். அவர் செயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க் விஞ்ஞானக் கழகத்தின் அங்கத்தினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டதுடன் அவர் புகையிலையின் இரண்டு சிற்றினங்களைக் கலப்பினப் பெருக்கமடையச் செய்த வெற்றிகரமான தன் முதற் பரிசோதனைகளை ருஷ்யாவில்தான் செய்தார்.

கலப்பினப் பெருக்கத்திற்கான வாய்ப்புகள் பற்றிய புள்ளி விவரங்கள் ஏற்கெனவே இருந்தன என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால் கொயெல்ராய்ட்டரின் பரிசோதனைகளுக்கு முன்பு அவை தற்செயல் கவனிப்புகளாகவோ, கலப்பினப் பெருக்கத்தில் தனிப்பட்ட பரிசோதனைகளாகவோ தான் இருந்தன. அவற்றிலிருந்த பொது முடிவுகள் எதையும் பெற முடியவில்லை. கொயெல்ராய்ட்டர் அவற்றை நுணுக்கமாகப் பரிசீலனை செய்ததுடன், ஆட்டுத்தாடிச் செடிகளைக் கலப்பினப் பெருக்கம் செய்த லின்னேயூஸினுடைய பரிசோதனைகளின் நம்பகத்தன்மையையும் சந்தேகித்தார். நாம் கொயெல்ராய்ட்டருக்கு உரிய பெருமையை அளிக்க வேண்டும். அவருடைய பரிசோதனைகள், நவீன காலம் பரிசோதனைகளுக்குத் தேவையான நிபந்தனைகளுக்கு அருகே வந்தன. அவர் தனது பரிசோதனைகளைத் திட்டமிட்டு, ஏராளமான செடிகளுடன் அவற்றைச்

செய்து, பல சந்ததிகள் வரை சேய்ச்செடிகளை ஆராய்ந்தார்.

புகையிலைக் கலப்பினப் பெருக்கம் பற்றிய அவருடைய முதல் கட்டுரை 1761 இல் வெளி வந்தது. அதைத் தொடர்ந்து பிற செடிகளுடன் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகள் பற்றிய பல ஆய்வு அறிக்கைகள் வெளி வந்தன.

கலப்பினப் பெருக்கம் பற்றிய அவருடைய வெற்றிகரமான பரிசோதனைகளால் மட்டுமே அவருடைய பெயர் நமக்குத் தெரிந்துள்ளது என்பதல்ல. அவர் ஹெட்டரோஸிஸ் அல்லது கலப்பின வீரியம் எனும் நிகழ்வை (கலப்பினச் செடிகளின் முதல் சந்ததி அதிகமான உற்பத்தித் திறனைக் கொண்டுள்ளது) கண்டுபிடித்தார். மக்காச் சோளம் மற்றும் பிற பயிர்களினுல் மகசூல் சாதனைகளை அடையக் கலப்பின வீரியம் நமது காலத்தில் உதவியுள்ளது. தாவரங்களில் பாலினப் பிரிவு, மகரந்தச் சேர்க்கையில் பூச்சிகளின் பங்கு இவை பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கும் கொயெல்ராய்ட்டர் பெரும் பங்காற்றி உள்ளார்.

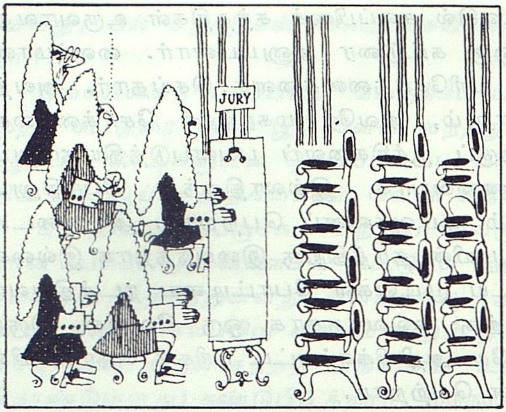
கொயெல்ராய்ட்டரின் ஆராய்ச்சி அவரது சம காலத்தவரால் ஏற்றுக் கொள்ளப்படவில்லை. மேலும், சில ''இசைக்குழு முதல்வர்கள்'' தாவரங்களில் பாலினப் பிரிவு இருப்பதைத் தொடர்ந்து மறுத்ததோடு அவரால் பெறப்பட்ட முடிவுகளுக்குச் சவால் விட்டார்கள். அவர்கள் எல்லோரும் இப்பொழுது மறக்கப்பட்டுப்போனார்கள். ஆனால் கொயெல்ராய்ட்டரின் பங்கு இந்த நூற்றாண்டு வரை முழுமையாக ஏற்றுக் கொள்ளப்படவில்லை.

பிரச்சினை முடிவின்றியே இருந்தது. செயின் பீட்டர்ஸ் பர்க் பேரவையின் உதாரணம், அறுபது ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு பிரஷ்ய விஞ்ஞானப் பேரவையால் பின்பற்றப்பட்டது. தாவரவியலாளர் லிங் ஆலோசனையின் படி 1819 இல் ''தாவர உலகில் கலப்பினக் கருவுறுதல் நிகழ்கிறதா?'' என்ற பொருள் பற்றி ஒரு போட்டி அறிவிக்கப்பட்டது. ஆனால் அது தோல்வி அடைந்தது, ஒரு கட்டுரைகூடச் சமர்ப்பிக்கப்படவில்லை.

1822 இல் போட்டி மீண்டும் நடத்தப்பட்டது பிரான்ஸ்வீக் நகரைச் சேர்ந்த தாவரவியலாளரான ஏ.எப். வைக்மான் ஒருவர் மட்டுமே அதில் பங்கு கொண்டார். 1826இல்

அவர், ''தாவர உலகில் கலப்பினச் சந்ததிகள் உருவாவது என்பது பற்றி'' ஒரு கட்டுரை அனுப்பினார். வைக்மான் பல தாவரங்களில் பரிசோதனைகளைச் செய்தார். அவற்றின் சிறிய வீச்சாலும், அவரே மகரந்தச் சேர்க்கையை நடத்தாமல் அதற்குப் பூச்சிகளைப் பயன்படுத்தியதாலும் அவை போதுமானவையாக இல்லாதிருந்த போதிலும் அவர் ஆர்வமூட்டும் முடிவுகளைப் பெற்றார். அவருடைய ஆராய்ச்சிப் போட்டியின் தரத்திற்கு இயைந்ததாக இல்லை (அல்லது அவருடைய முடிவுகள் போட்டியை நடத்தியவர்களின் விருப்பத்திற்கு ஒவ்வாததாக ஒரு வேளை இருந்திருக்கலாம்). எனவே அறிவிக்கப்பட்ட பரிசுத் தொகையில் பாதியே வைக்மான் பெற்றார்.

1830இல் ஹார்லெம் நகரில் டச்சு விஞ்ஞானப் பேரவை அது போன்ற ஒரு போட்டியை நடத்தியது. அதனுடைய கருப்பொருள் மேலும் துல்லியமாக வரையறை செய்யப்பட்டிருந்தது: ''ஒன்றன் மலர்களை மற்றொன்றின் மகரந்தத்தால் செயற்கை முறையில் கருவுறச் செய்து புதிய சிற்றினங்களையும், வகைகளையும் தோற்றுவிப்பது பற்றி அனுபவம் போதிப்பது என்ன? மற்றும் எந்தப் பொருளாதார முக்கியத்துவமுள்ள தாவரங்களையும், அழகுத் தாவரங்களையும் இந்த முறை மூலம் விருத்தி செய்யலாம்?'' திரும்பவும் ஒரே கட்டுரைதான் சமர்ப்பிக்கப்பட்டது. அதன் ஆசிரியராகிய கார்ல் பிரெட்ரிச் வான் காயெர்ட்னெர், ஒரு சிறிய கட்டுரையை அனுப்பினார். அவருடைய முடிவுகள் எந்த அடிப்படையில் அமைந்திருந்தன என்பது அதிலிருந்து தெளிவாகத் தெரியவில்லை. சிறிது காலத்திற்கு பின்பு அவர், ஒரு விரிவான அறிக்கையையும் அதனோடு அவரால் உண்டாக்கப்பட்ட 150 கலப்பினச் செடிகளின் மாதிரிகளை அனுப்பினார். இது 9,000 பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் அமைந்த கவனம் மிக்க ஆராய்ச்சியாகும். காயெர்ட்னெருக்கு 1837 இல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. ஆனால் அவருடைய கட்டுரை 1849ல்கூட அவருடைய மரணத்திற்கு ஓராண்டு முன்வரை வெளியிடப்பட்டது. கலப்பினப் பெருக்கத்திற்கான வாய்ப்பிற்கு ஆதரவான தெளிவான சான்றுகள் அதில் இருந்தன. மற்றும் அது பெற்றோர்களிடமிருந்து சந்ததிகளுக்குப் பண்புகள் மாற்றப்படுவது பற்றிய சில விதிகளையும் கூறியது.



ஆனால் அது போட்டிகளை முடிவிற்குக் கொண்டு வர வில்லை. ''தாவரக் கலப்பினச் செடிகளை, அவற்றின் இனப் பெருக்கத் திறன், மற்றும் அவற்றின் பண்புகள் பாதுகாக் கப்படுதல் அல்லது இழக்கப்படுதல் என்னும் கண்ணோட் டத்தில் ஆராய்ச்சி'' செய்வதற்காக, *1861* இல் பாரிஸ் விஞ்ஞானப் பேரவை ஒரு பரிசை அறிவித்தது. இப்பிரச் சினையில் ஒருவேளை ஆர்வம் மிகுந்து விட்டது போலும். ஏனெனில், அப்போது இரண்டு கட்டுரைகள் சமர்ப்பிக் கப்பட்டன. டி.ஏ. கார்டன் மற்றும் ஸி.நாடின் ஆகியோர் அதன் ஆசிரியர்கள் ஆவர். பரிசு நாடினுக்கு அளிக்கப்பட் டது முற்றிலும் தகுதியானதே.

மரபியலின் வளர்ச்சியிலே ஏதோ ஒரு வகையில் பங்கு வகித்த தலைசிறந்த விஞ்ஞானிகள் பலரின் புகைப்படங்கள் என் முன்னே உள்ளன. அவற்றைப் பார்க்கும்போது, நான் அவர்களது குணங்களைப் புரிந்து கொள்ளவும், அவர்களது சிந்தனை ஓட்டத்தைப் பின் தொடரவும் முயற்சிக்கிறேன். சார்லஸ் நாடின் என்பவரது புகைப்படம் மற்றவற்றிலி ருந்து தனித்து விளங்குகிறது. அது முதல்தரமான ஓவியர் ஒருவரால் தீட்டப்பட்ட ஓவியம் போன்றுள்ளது. பெரிய, நரைத்த தாடியையும், சுருட்டைத் தலைமுடியையும், முதல் தரமான உருவ அமைப்பையும் அறிவும் அன்பும் கனியும் வியத்தகு கண்களையும், விவிலிய நூலின் தீர்க்கதரிசி அல்

லது மூத்த குடிமகனின் கண்களையும் பெற்று அவருடைய முகம் ஒரு தீர்க்கதரிசியின் முகம்போல இருந்தது. ஆனால் இந்தத் தோற்றம் பொய்யானது. நாடின், விஞ்ஞானத்தின் மூத்த குடிமகனாக இருக்கவில்லை. மாறாக, அதைவிட மகிழ்ச்சியற்ற ஒரு வாழ்க்கையைக் கற்பனையில்கூடக் காண முடியாது. சார்லஸ் நாடின் பல ஆண்டுகள் வரை பாரிஸ் அருங்காட்சியகத்தில் ஓர் உதவியாளராகத் துயரம் மிக்க வாழ்க்கை நடத்திவந்தார். தாவரத் தக அமைவு நிலையத்தின் இயக்குநர் எனும் தனிப்பொறுப்பு அவரது 62து வயதில் தான் அவருடைய கிடைத்தது. பின்னர் புதிய துயரங்கள் அவரைச் சூழ்ந்தன. அவர் தனது குழந்தைகள் அனைவரையும் இழந்தார். கண் பார்வையையும் இழந்து அனாதையாக இறந்தார். அவருடைய வாழ்க்கை, ஒருவருக்கு பைபிளில் வரும் ஜோப்பின் வாழ்க்கையை நினைவு படுத்தவில்லையா? அவரும் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பல துயரங்களுக்கு உள்ளானார். ஜோபைப் பொலவே நாடினும் சோதனைகளுக்கும், துயரங்களுக்கும் இடையே தனது மன உறுதியை இழக்காதிருந்தார்.

அவருடைய நம்பிக்கை வேறுபட்டதாக இருந்தது. நாடின் விஞ்ஞானத்திலும், மனித மனத்தின் வல்லமையிலும் நம்பிக்கை வைத்தார். அவருக்கு எத்தனையோ இடர்பாடுகள் இருந்த போதிலும் அவர் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சி செய்து, மெண்டலின் விதிகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு மற்ற எவரைக் காட்டிலும் நெருங்கி வந்தார். 'இனப்பெருக்க செல்களின் தூய்மை', முதல் கலப்பினச் சந்ததியின் ஒரே மாதிரியான தன்மை, இரண்டாவது சந்ததியில் 'தீவிரமான வேற்றுமைகள்' ஆகியன பற்றிய முடிவுகளை அவரால் எடுக்க முடிந்தது. ஆனால் பெரும் பரிசோதனைகளைச் செய்ய அவரது நிலைமைகள் அவரை அனுமதிக்கவில்லை. மற்றும் அவர் செய்த பரிசோதனைகளும் அவரைப் போன்ற துரதிர்ஷ்டம் கொண்டனவாக இருந்தன. அவரது ஆராய்ச்சிச் செடிகள் உறைபனியால் கொல்லப்பட்டன அல்லது பூச்சிகளால் அழிக்கப்பட்டன. மேலும், மெண்டலுக்கு முந்தியவர்கள் அனைவரும் செய்த அதே தவறை—சிற்றினத்திற்குள் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வதற்கு பதிலாக, சிற்றினங்களிடையே கலப்பினச் சேர்க்கை செய்ததை அவரும் செய்தார்.

பேரவைகளும் விஞ்ஞானமும்

இன்றைய விஞ்ஞான சிகரங்களிலிருந்து கொண்டு, ஒன்று அல்லது இரண்டு நூற்றாண்டுகளுக்கு முந்திய ஆராய்ச்சிகளைப் பின்னோக்கிப் பார்க்கும்போது அவற்றின் குறைபாடுகளைக் காண்பது எளிதாக உள்ளது. மற்றும் அவற்றிற்கு ஆதரவாக முன்வைக்கப்படும் அப்பாவித்தனமான சில வாதங்களைப் படிக்கும்போது நம்மை அறியாமலே புன்னகை உருவாகலாம். ஆனால் அது அவற்றின் முக்கியத்துவத்தைச் சிறிதும் குறைத்து விடவில்லை. கமரேரியஸ், கொயெல்ராய்ட்டர் ஆகியோரின் 'குறைபாடுள்ள' கட்டுரைகள், இன்று விஞ்ஞானத்தின் முடிவான சாதனைக்கு இயைந்து நவீன விஞ்ஞானச் சஞ்சிகைகளில் எழுதப்படும் பெரும் பான்மையான கட்டுரைகளைக் காட்டிலும் முக்கியமானவை.

விஞ்ஞானக் கருத்துகளின் வரலாற்றை நாம் மேலும் கூர்ந்து பரிசீலனை செய்வோமேயானால், நமது 'விஞ்ஞான மூதாதையர்களின்' படைப்புகள், அவை முதலில் தோற்றம் அளிக்கும் அளவிற்கு அப்பாவித்தனமானவை அல்ல என்பதை நாம் உணருகிறோம். ஒரு பொருளாராய்ச்சிக் கட்டுரையின் பல தொகுப்புகள், சஞ்சிகைகளின் தொகுதிகள், பேரவைகளின் அறிக்கைகள் இவற்றினூடே விஞ்ஞானத்தின் உண்மையான பாதையைத் தொடர்ந்து செல்வது சில சமயங்களில் கடினமாக உள்ளது என்பதே விஷயம். விஞ்ஞானத்தின் அதிகாரபூர்வமான வரலாறு அதனுடைய உண்மையான கதையை எப்போதும் ஒத்திருப்பதில்லை.

விஞ்ஞானப் பேரவைகளும், பல்கலைக்கழகங்களும் நீண்ட நெடுங்காலமாக இருந்து வந்துள்ளன. அவற்றில் முற்றிலும் மரியாதைக்குரிய தோற்றத்தைக் கொண்ட அறிஞர்கள் உயர்ந்த நாற்காலிகளில் உட்கார்ந்திருக்கிறார்கள் அல்லது நன்கு பண்பட்ட குரலில் விரிவுரைகளைப் படித்துக்கொண்டிருக்கிறார்கள். விஞ்ஞானத்தின் அதிகாரபூர்வமான வரலாறு, மரியாதைக்குரிய இந்த மக்களால்—காலத்திற்கு ஏற்றபடி அவர்கள் பொடி தூவப்பட்ட முடிவுகளை அணிந்து கொண்டோ நன்கு வளர்க்கப்பட்ட தாடிகளுடனோ, நீண்ட மேலங்கிகளையோ, குட்டையான மேலங்

கிகளையோ நன்கு தைக்கப்பட்ட நவீன உடைகளையோ அணிந்துகொண்டோ இருந்தபோதிலும்—எழுதப்படுகிறது. அவர்களது சக ஆராய்ச்சியாளர்கள் வினைவருக்கும் அவர்களுடைய பெயர்கள் அறிமுகமானவைகளே. மற்றும் அவர்களுடைய படைப்புகளையே வரலாற்றாளர்கள் முதன்மையாகப் படிக்கிறார்கள்.

அவர்களது தொழில் விஞ்ஞானம். மாபெரும் கண்டுபிடிப்புகளில் பெரும்பான்மையானவற்றை அவர்கள்தான் கண்டுபிடிக்கிறார்கள் என்பதும், முக்கியமான ஆராய்ச்சிகளைச் செய்கிறார்கள் என்பதும் உண்மையே. ஆனால் சட்டத்திற்கு பல விதிவிலக்குகள் உள்ளன. மிகவும் அடிக்கடி, குறிப்பாகச் சென்ற காலங்களில், மாபெரும் கண்டுபிடிப்புகள், அதிகாரபூர்வமான விஞ்ஞானிகளாலோ (நாம் இக்கதையை எவருடன் தொடங்கினோமோ அந்த கிரிகார் மெண்டலை நினைவு கூர்வோம்) 'விஞ்ஞானத்தை வழி நடத்திச் சென்றவர்களாலோ' செய்யப்பட வில்லை. அதற்கு மாறாக, 'விஞ்ஞானத்தை வழி நடத்திச் சென்றவர்களின்' நடவடிக்கைகளால் விஞ்ஞானத்தின் இயற்கையான வளர்ச்சி தடைப்படுத்தப்பட்ட நிகழ்ச்சி துரதிர்ஷ்டவசமாகப் பல சந்தர்ப்பங்களில் நடந்துள்ளது. இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கம் வரையான மரபியலின் முன்வரலாறு இதற்குத் தெளிவான ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

அதிகாரபூர்வமான அறிவு செறிந்த விஞ்ஞானத்தில் மெண்டலின் பெயர் இடம் பெறவில்லை. 1860 களை அவர் இல்லாமல் இன்று நாம் கற்பனை செய்து பார்க்க முடியாது. ஆனால் 1900வரை விஞ்ஞானத்தில் அவருடைய பெயர் தெரியாதிருந்தது, தெரிந்திருந்த சிறிதளவும் துயரம் மிக்கதாக இருந்தது.

தாவரங்களில் பாலினப் பிரிவு இருக்கிறது என்பதை விஞ்ஞானம், சென்ற நூற்றாண்டின் முதல் பாதி வரைகூட ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. ஷெல்வெக்கர், ஹென்ஸ்செல் போன்ற மரியாதைக்குரிய ஜெர்மன் பேராசிரியர்கள் தாவரங்களில் கலப்பினப் பெருக்கம் செய்வது கொள்கையளவில் சாத்தியமற்றது என்ற காரணத்தால் கொயெல்ராய்ட்டரின் முடிவுகள் நிரூபணமற்றவை என்று கருதினர். அந்த நூற்றாண்டின் முடிவுக் காலம் வரை மதிப்பிற்குரிய பேராசி

ரியர்கள் இயற்கைத் தத்துவ ஞானம் பற்றி மிகச் சில கோட்பாடுகளையே முன் வைத்தனர். கல்வி அறைகளின் அமைதியிலே பேணிவளர்க்கப்பட்ட இந்தக் கோட்பாடுகள் முற்றிலும் ஊகமானதாகவும், நம்புதற்கரிய குழப்பமுடையதாகவும் இருந்தன. அவை, 'இடியோப்ளாசம்', 'மைஸெல்லே', 'ஜெம்யூல்', 'பையோபோர்ஸ்', 'இட்ஸ்', 'இடான்ட்ஸ்', 'டிடெர்மினன்ட்ஸ்' ('Ideoplasm', 'miccellae,' 'gemmules', 'biophores', 'ids', 'idauts', 'determinants') போன்ற கருத்தியலான இனங்களைக் கொண்டு கட்டப்பட்ட மிகவும் சிக்கலான கட்டுமானங்களாக இருந்தன. அவை அனைத்தும் அவற்றினுடைய படைப்பளர்களின் வலிமையினால் மட்டுமே ஆதரிக்கப்பட்டு, நீண்ட காலம் நீடிக்காது போயின.

ஆனால் கல்வி அறைகளுக்கும், பல்கலைக் கழக நாற்காலிகளுக்கும் அப்பாற்பட்டு விஞ்ஞானம் அதற்கே உரிய மீற முடியாத விதிகளுக்கு இயைந்து வளர்ச்சியுற்றுக் கொண்டிருந்தது. மெண்டலிசத்தின் பிறப்பைப் பற்றிப் பார்ப்பதற்கு முன்னுல் நாம், அதற்கு முந்திய சில மைல் கற்களைக் காண்போம்.

தனித்தனியான விவரங்கள் தொன்றுதொட்டே சேகரிக்கப்பட்டு வந்திருந்த போதிலும் கருத்துகளுடைய வளர்ச்சியிலும், விவரங்களைச் சேகரிப்பதிலும் ஒரு தொடர்ச்சியான போக்கை கொயெல்ராய்ட்டரின் ஆராய்ச்சிக்குப் பின்னர்தான் நாம் காண முடிகிறது. அதைப்பற்றி நாம் ஏற்கெனவே விரிவாகக் கூறியுள்ளோம். தாவரங்களில் பாலினப் பிரிவும், கருவுறுதலும் இருப்பதையும், அவற்றில் கலப்பினப் பெருக்கத்திற்கான சாத்தியக்கூறையும் அவர்தான் முடிவாக நிரூபித்தார். விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியிலும், நடைமுறைத் தாவரத் தேர்வுகளிலும் இன்றுகூடப் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் கலப்பினப் பெருக்க முறைகளை உருவாக்கியவர் அவர்தான்.

கொயெல்ராய்ட்டரின் முடிவுகளை ஏற்றுக் கொள்ள அதிகாரப் பூர்வமான விஞ்ஞானம் விரும்பவில்லை. ஆனால் அவை கவனிக்கப்படாமலே போய்விட்டன என்பது இதன் பொருளல்ல. செடி, மற்றும் தோட்டச் செடி வளர்ப்பவர்களும், தாவரத் தேர்வாளர்களும் அவருடைய ஆராய்ச்சியை உடனடியாகக் கவனித்து அவரது முறைகளைத் தமது

படைக்கொட்டில் புகுத்தினர். நடைமுறைத் தோட்டக்கலை வல்லுனர்கள் சிலர் வியக்கத்தக்க முடிவுகளைப் பெற்றார் கள். இதைப் பொருத்து, பதினெட்டாவது நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியையும் பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டின் முதற் பகுதியையும் சேர்ந்த பல ஆண்டுகள் பிரிட்டிஷ் தோட் டக்கலைக் கழகத்தின் தலைவராக இருந்த தாவர வளர்ப் பாளரும் தேர்வாளருமான தாமஸ் ஆண்டரூ நைட்டின் பெயரை சிறப்பாகக் குறிப்பிட வேண்டும். நுணுகிக் காண் பவரும், மெய்வருத்தம்பாராத ஆராய்ச்சியாளருமான நைட் அவர் பெற்ற முக்கியமான நடைமுறை சாதனைக ளோடு, தாவர வகைகளின் பண்புகள் மேலும் பிரிக்கப்பட முடியாத தனித்தனிச் சிறு பண்புகளாகப் 'பிரிவடைகின் றன' என்ற முடிவையும் எடுத்தார். கோட்பாட்டளவான விஞ்ஞானத்திற்குப் புறம்பாக, 150 ஆண்டுகளுக்கு முன் செய்யப்பட்ட இந்தக் கண்டுபிடிப்புத்தான், மரபுத் தொடர்ச் சியின் துகள்தன்மை என்ற நமது நவீன கருத்துக்களுக்கு அடிப்படையாக உள்ளது.

நைட்டினுடைய அடிப்படைக் கண்டுபிடிப்பைக் கவனி க்க கோட்பாட்டளவான விஞ்ஞானம் தவறிவிட்டது. ஆனால் அது, இயற்கைவியலாளரும், வேளாண்மையியலா ளரும், பாரிஸ் விவசாயக் கழகத்தின் அங்கத்தினருமான அகஸ்டின் சாகெரெட்டின் கவனத்தை ஈர்த்தது. அவர் 1825 லிருந்து 1835 வரை, அதாவது பேரவை விஞ்ஞானி கள், தாவரங்களில் பாலினப்பிரிவு இருக்கிறதா இல்லையா என்பதை விவாதித்துக்கொண்டிருந்த காலத்தில், பல காய் கறிப் பயிர்களைக் குறிப்பாக முலாம் பழவகைச் செடிக ளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வதில் அற்புதமான பரி சோதனைகளைச் செய்தார். இந்தப் பரிசோதனைகளில் அவர், சில பரம்பரைப் பண்புகள் முதல் சந்ததியில் மறைந்து இரண்டாவது சந்ததியில் மீண்டும் தோன்றுகின்றன என்று நிலைநாட்டினார். அதாவது, ஆதிக்கம், மற்றும் உடைதல் எனும் நிகழ்வுகளை அவர் கண்டுபிடித்தார். நைட் மற்றும் கொயெல்ராய்ட்டர் ஆகியோருடைய ஆராய்ச்சிகளுடன் சாகெராட் நல்ல அறிமுகம் கொண்டிருந்ததோடு, பின்ன வருடைய ஆராய்ச்சிகளின் மீது பேராசிரியர்களின் தாக் குதல்களை எதிர்த்தார்.

பரம்பரைக் குணங்களினுடைய தொடர்ச்சியைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு வெகு அருகில் வந்த நாடின்னும் அதே வழியைப் பின்பற்றியதோடு அவருடைய முன்னோடிகளின் ஆராய்ச்சிகளோடு அறிமுகம் கொண்டிருந்தார். இவ்லையெனில், அவர் அடைந்த சாதனைகளை அவர் நிச்சயமாக அடைந்திருக்க முடியாது.

மெண்டலும் அவரது கண்டுபிடிப்புகளை ஆதாரமின்றிச் செய்திருக்க முடியாது. அவர் பேரவை வட்டங்களில் ஒருவராக இல்லாதிருந்தால், மேலே கூறிய விஞ்ஞானப் பணியாளர்களின் ஆராய்ச்சிகளை அவரும் அறிந்திருந்ததோடு அவற்றை மேலும் அபிவிருத்தி செய்தார். இந்த விஞ்ஞானிகள் அனைவருடைய ஆராய்ச்சிகளையும் நாம் சக காலக் கண்ணோட்டத்தில் எந்த அளவு மதிப்பிட்ட போதிலும் அவர்களுடைய பெயர்கள் விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றில் எப்போதும் விளங்கும். அவர்களுடைய வாழ்வுக் காலத்தில் பெருமைப்படுத்தப்படாத ஆவர்கள் இன்று மேன்மேலும் அதிகமாகப் புகழடைந்து வருகிறார்கள்.

ஜோஹான் கிரெகார் ஆகிறார்

பௌதிகம் பற்றிய விரிவுரை முடிவடைந்தது, மாணவர்கள் தங்கள் இடங்களிலிருந்து சலசலப்புடன் எழத் தொடங்குகிறார்கள்.

பேராசிரியர் பிரான்ஸ், அவர்களில் ஒருவரிடம் பெரிய தலையையும், சாம்பல் நிறமான கண்களையும், சுருட்டை முடியையும் கொண்ட தடித்த ஓர் இளைஞரிடம், ''மெண்டல் சற்று பின்னுக்கு நில்லு'' என்று கூறுகிறார்.

அவர்கள் தனிமையில் இருந்தபோது பேராசிரியர், ''நீ உனது படிப்பை விட்டு விடப் போவதாக ஒரு வதந்தி எனக்கு எட்டியுள்ளது. அது உண்மையா தம்பி?'' என்று தொடங்குகிறார்.

''அந்தோ! உண்மைதான். விஞ்ஞானம் எனக்கு அல்ல போலும். நான் படிக்கவேண்டுமென்று பெரிதும் விரும்பினேன். எனது தந்தை நலத்தோடு இருந்தவரை எல்லாம் சரிவர நடைபெற்றுக் கொண்டிருந்தது. ஆனால் ஒரு மரத்தண்டினால் அவரது மார்பு நசுக்கப்பட்டதிலிருந்து அவர் எப்

போதும் நோயுற்றே இருந்திருக்கிறார். அவர் தனது சொத்தை எனது மூத்த சகோதரியின் கணவரான ஹெர் ஸ்டர்ம் வசம் ஒப்படைத்து விட்டார். நான் பல்கலைக் கழகப் படிப்பை முடிக்கும்வரை என்னைப் பராமரிப்பதைப் பற்றிப் பேசவே இல்லை. எனது இளைய சகோதரி மட்டுமே எனக்கு உதவியுள்ளார். தெரிஸியா ஒரு புனிதவதி. ஆண்டவன் அவளுக்கு நலத்தையும், சிறந்த கணவரையும் அளிப்பாராக! தனது வரதட்சணையில் ஒரு பகுதியை எனக்காகத் தியாகம் செய்து விட்டாள். அவளுடைய உதவியால்தான் நான் இப்போது தத்துவ ஞானப் படிப்பை முடிக்க முடிந்தது.''

''உனது தேவைகளுக்கும், கல்விக்கும் போதுமான அளவு சம்பாதிக்க நீ முயற்சி செய்தால் என்ன?''

''ஆம்! நான் முயற்சி செய்தேன். மதிப்பு மிக்க பேராசிரியரே! தெரிஸியா எனக்கு அளித்த பணம் அரையாண்டிற்குக்கூடப் போதவில்லை. நான் பல ஆண்டுகளாகத் தனியாகப் பாடம் சொல்லிக் கொடுப்பதன் மூலம் என் வாழ்க்கைச் செலவிற்குப் பணம் ஈட்டிக்கொண்டிருக்கிறேன். ஆனால் என் உடல் நிலை சரியாக இல்லை. உயர்நிலைப் பள்ளியில் எனது கடைசி ஆண்டில் நான் என் பெற்றோர்களுடன் வசிக்கும்படி நிர்பந்திக்கப்பட்டேன். ஆனால் அவ்வாறு கடினமாக உழைப்பதைத் தொடர்ந்து எனக்கு இயலாது.''

பேராசிரியர் பிரான்ஸ் சிந்தனையில் ஆழ்ந்தார். திறமை மிக்க அந்த மாணவன் தன் துறையில் மிகச் சிறந்தவனாக இருந்தான். ஆள்வினையுடைமையில் அவனுக்கு ஈடு இணையில்லை. அவனால் பல்கலைக் கழகப் படிப்பை முடிக்க முடியுமேயானால், பெண்களைச் சுற்றுவதையும், சாராயக்கிடங்குகளில் குடிப்பதையும் மட்டுமே பற்றி நினைத்துக் கொண்டிருக்கும் பணக்காரக் காலிகளைவிட அவனிடமிருந்து அதிகமானவற்றை எதிர்பார்க்க முடியும்.

''நீ என்ன செய்ய வேண்டுமென்று நான் நினைக்கிறேன் தெரியுமா ஜோஹான்? நீ ஒரு துறவியர் மடத்தில் சேர வேண்டும்''.

''ஆனால் அது எனக்கு இலவச உணவைத் தவிர வேறு எதைக் கொடுக்கும்? கிராமத்திற்குத் திரும்பிச் சென்று தேனீ வளர்த்தலிலும், தோட்ட வேலையில் ஈடுபடுவதும் எனக்குச்

சிறந்தவை. நான் எப்போதும் என் வாழ்க்கைத் தேவைகளை ஈட்டிக்கொள்வேன். மேலும் தேனீக்கள், தாவரங்கள் இவற்றின் வாழ்க்கையைக் கவனிப்பது, கவர்ச்சி மிக்க, பயனுள்ள தொழிலாகும்''.

''நீ சொல்வது தவறு என் இளம் நண்பனே! துறவியர் மடம் உனது வாழ்க்கைத் தேவைகளை ஈட்டிக்கொள்வதற்கான கவலையைப் போக்குவதோடு மட்டுமன்றி, உனது அறிவைப் பெருக்கிக்கொள்ளவும் ஒரு வாய்ப்பளிக்கும். அதுவும் இறையியலில் மட்டுமல்ல. ஏதேனும் ஒரு துறவியர் மடத்தில் அல்ல. பிரன் நகரத்தில் உள்ள அகஸ்தீனியன் துறவியர் மடம் தக்க இடமாக எனக்குத் தோன்றுகிறது. அதன் தலைவரான ஸிரில் நாப் பாதிரியார் எனது பழைய நண்பர். அவர் நல்ல மனத்தை உடையவர் மட்டுமன்றி நன்கு கற்றறிந்தவருங்கூட. சிந்தனைச் சுதந்திரத்தைப் பொருத்து—இங்குப் பேராசிரியர் தனது குரலைச் சற்றுத் தாழ்த்திக்கொண்டு கூறுகிறார்—நமது பேராசிரியர்கள் சிலருக்கு கிழவர் நாப் சில பாடங்களைக் கற்றுத் தருவார். நான் கூறியவற்றைப் பற்றிச் சிந்தித்துப்பார். நீ விரும்பினால் நான் உனக்கு உதவி செய்கிறேன். நாப் என்னை இன்னும் நினைவில் வைத்துக் கொண்டிருக்கிறார் என்று எண்ணுகிறேன்.''

இந்த உரையாடல் ஜோஹான் மெண்டலின் தலைவிதியை நிர்ணயித்தது. ஹெய்ன்ஸென்டார்ப் கிராமத்தில் (தற்போது செக்கோஸ்லோவாகியாவில் உள்ள ஹின்ஸிக்) 1882 இல் பிறந்தவனும், ஓர் ஆசிரியனாகவும் விஞ்ஞானியாகவும் ஆக வேண்டுமென்று கனவு கண்டவனுமான அந்த விவசாயின் மகன் அகஸ்தீனியன் துறவியர் மடத்தில் ஆரம்பப் பயிற்சியாளனாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டான். 1843 ஆம் ஆண்டு இலையுதிர் காலத்தில் அவர் துறவியர் மடத்தில் சேர்ந்து கிரெகார் என்று பெயர் சூட்டிக் கொண்டார்.

பேராசிரியர் பிரான்ஸ் அவரிடம் கூறியது உண்மையாயிற்று. அம்மடத்தின் தலைவரான ஸிரில் நாப் பாதிரியார் அந்த ஆண்டுகளில் மோரேவியாவின் கலாச்சார வாழ்வில் ஒரு முன்னணி நபராகத் திகழ்ந்தார். முற்போக்காளர் பலர் அவருடைய நண்பர்களாக இருந்ததோடு மடத்திற்கு அடிக்கடி விருந்தாளிகளாகவும் வந்தார்கள். அங்கிருந்த பாதி

ரியார்களிடையே தத்துவ ஞானிகளில் மத்தேயூஸ் கிளா ஸெல், மற்றும் தோமாஸ் ப்ராட்ரானெக் போன்ற கவந் தூண்டும் நபர்களை மெண்டல் சந்தித்தார். முதலில் குறிப் பிட்டவர், பின்னர் அமெரிக்காவிற்குச் சென்றார். பிந்தை யவர் கிராகோவ் நகரத்தில் ஜாகெல்லோப் பல்கலைக் கழ கத்தில், ஒரு பேராசிரியரானார். சாகித்திய கர்த்தாவும் திருச்சபை இசையைச் சீர்திருத்தியவரும், புகழ்பெற்ற செக்கோஸ்லோவியச் சாகித்திய கர்த்தாவான ஜனாசெக் கின் ஆசிரியருமான பால் கிரிஸ்கோவ்ஸ்கி மற்றொரு பாதி ரியார் ஆவார்.

அறிவு வளர்ச்சிக்கு சிறந்த ஆதரவாளராக நாப் இருந் தார். பாதிரியார்களிடையே இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் விற்பன்னர்கள், கணிதவியலாளர்கள், பௌதிகவியலாளர் கள், கனிமப் பொருளியலாளர்கள், தாவரவியலாளர்கள் ஆகியோர் இருந்தனர். தங்களுடைய சமயச் சார்பான கட மைகளைச் செய்ததோடு அவர்கள் அந்த மடத்தில் ஆசிரி யர்களாகவும் பணி புரிந்தனர். தாவரவியல் பூங்காக்களை அமைத்தனர்; கனிமப் பொருள்காட்சிச் சாலை ஒன்றையும், உலர் தாவரத்தொகுப்பு ஒன்றையும் உருவாக்கினர். புதி தாகத் தீட்சை அளிக்கப்பட்ட சகோதரர் கிரிகாரியஸ் மடத் துப் பள்ளியில் இறையியலையும், ஆதிக்காலக் கீழை நாட்டு மொழிகளையும் படித்ததோடு, பிரன் தத்துவ ஞானக் கழ கத்தில் இயற்கை விஞ்ஞானங்கள் பற்றிய விரிவுரைகளுக் கும் சென்று வந்தார். மெண்டல் அவர் வசம் முழுமை யாக ஒப்படைக் கப்பட்ட தனிமப் பொருள்கள் மற்றும் தாவரத் தொகுப்புகள் ஆகியவற்றை ஆராய்வதில் தன் ஓய்வுக்காலம் முழுவதையும் செலவிட்டார்.

1847 இல் மெண்டல் பாதிரியாராகித் துறவி மட அங்கத் தினரானார். தூய ஆனி மருத்துவ மனையில் நோயாளிகள், மற்றும் இறக்கும் தருவாயிலிருப்பவர்கள் ஆகியோரின் பாவ மன்னிப்பைக் கேட்பது அவரது புதிய கடமைகளில் ஒன்றாக இருந்தது. ஆனால் மக்களது துன்பங்களைக் கண்டு அவருடைய மென்மையான இதயம் பாதிக்கப்பட்டதால், அவருக்கு மனநோய் உண்டாகியது. எனவே, மெண்டல், பாவ மன்னிப்பு அளிக்கும் பணியிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டு உயர்நிலைப் பள்ளி ஒன்றில் கல்வி கற்பிக்கும்படி நியமிக்கப்

பட்டார். அவர் அதை ஆர்வத்துடன் ஏற்றுக்கொண்டார் என்று கூறத் தேவையில்லை. அவர் கணிதத்தில் பாடம் நடத்தியதுடன் மொழிகளையும் கற்பித்து, விரைவிலேயே மாணவர்களுக்குகந்த ஓர் ஆசிரியரானார்.

ஆனால் நிரந்தர ஆசிரியர் பதவிக்கான அதிகாரபூர்வ மான தகுதியை அவர் பெற்றிருக்கவில்லை. எனவே, அவர் ஓர் இடைக்கால ஆசிரியராகவே கருதப்பட்டார். ஆசிரியர் பயிற்சியில் தகுதி பெறுவதற்கு அவருக்கு உதவும் வகையில் இயற்கை விஞ்ஞானத்திலும், பௌதிகத்திலும் வியன்னா பல்கலைக் கழகத்தின் வெளித் தேர்வுகளில் பங்குகொள்ள அவர் அனுமதிக்கப்பட்டார். மெண்டல் தேவையான கட் டுரைகளைச் சமர்ப்பித்தார். ஆனால், தேர்ச்சி அடையவி ல்லை. அவற்றில் ஒன்றில், அவர், பூமியின் தோற்றம் பற் றிய காண்ட், லாப்லாச் ஆகியோரின் கோட்பாட்டை விரி வாகவும் ஆதரித்தும் எழுதி இருந்தார். அது விவிலியக் கட் டுக்கதைகளுக்கு அப்பட்டமாக முரண்பட்டதோடு, அவரு டைய சமய வாழ்க்கைக்கும் வேறுபட்டிருந்தது. ஒரு வேளை இது காரணமாக இருந்திருக்கலாம். இந்தத் தோல்விக்குப் பின்னும் மெண்டல் நேர்முகத் தேர்விற்கு அனுமதி பெற் றார். ஆனால் மீண்டும் அவர் தேர்ச்சி அடையவில்லை. ஒழுங்கு முறையான கல்வி அவருக்கு இல்லாதிருந்தது இதற் குக் காரணமாக இருக்கலாம்.

மடத்து நிர்வாகிகள் பாட்ட கிரெகாரிடம் நல்லெண்ணம் கொண்டிருந்திருக்க வேண்டும். அவர் தொடர்ந்து ஆசிரி யராக இருக்க அனுமதிக்கப்பட்டார். 1851ஆம் ஆண்டு இலையுதிர் காலத்தில் அவர் தனது கல்வியைப் பூர்த்தி செய்து கொள்வதற்காக பரிந்துரைக்கப்பட்ட கடிதங்களை யும் மடத்தலைவரால் எழுதப்பட்ட வேண்டுகோளையும் எடுத்துக்கொண்டு வியன்னாவிற்குச் சென்றார். அப்போது வியன்னாவில் முதல்தரமான பல விஞ்ஞானிகள் இருந்தனர். பௌதிகம் பற்றி ஜே.டாப்ளர், இன்று இவர் பெயர் பள்ளிச் சிறுவர்களுக்குக்கூடத் தெரியும் (டாப்ளர் விளைவு)—ஆற் றிய விரிவுரைகளை மெண்டல் கேட்டார் என்று கூறினாலே போதும். பல்கலைக் கழகத்தில் நான்கு பருவங்களைக் கழித்த பின்பு மெண்டல் தனது மடத்திற்குத் திரும்பினார். அவர் மீண்டும் ரியல்ஸ்கூலில் ஆசிரியராக அமர்த்தப்

பட்டு பௌதிகமும், இயற்கைப் பாடமும் கற்பித்தார். அவருக்குக் காலதாமதமாக உலகப் புகழ் ஈட்டிக் கொடுத்த பட்டாணி வகைச் செடிகளின் கலப்பினச் சேர்க்கைப் பரிசோதனைகளை அவர் வியன்னாவிலிருந்து திரும்பியவுடன் தொடங்கியிராவிட்டால், மேலே கூறியவையனைத்தையும் விவரிப்பது தேவையற்றதாக இருந்திருக்கும்.

மெண்டல் செய்த ஆராய்ச்சி உண்மையிலேயே வியக்கத் தக்கது. ''தாவரங்களின் கலப்பினப் பெருக்கப் பரிசோதனைகள்'' என்ற அவருடைய கட்டுரையை நூறு ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு இன்று படிக்கும்போதுகூட ஒன்றோடொன்று தொடர்புடைய பல துறைகளில் வெளிப்படும் அவருடைய விடாமுயற்சி, கவனம், தெளிந்த சிந்தனை, புதுமை புனையும் ஆர்வம் இவற்றைப் பாராட்டாமல் இருக்க முடியாது.

மெண்டல் ஒரு தெளிவான இலட்சியத்துடனும், முற்றிலும் தயாரிக்கப்பட்ட பரிசோதனைத் திட்டத்துடனும் வியன்னாவிலிருந்து திரும்பி வந்தார். சிற்றினங்களிடையே கலப்பினச் சேர்க்கை செய்த, அதாவது ஏராளமான பண்புகளில் வேறுபாடுகளைக் கையாண்ட அவரது முன்னோடிகளைப் போலல்லாது மெண்டல் தனித்தனியான மற்றும் வேறுபட்ட பண்புகளை ஆராய முடிவு செய்தார். அவரது தொடக்கச்சோதனைகளில் எல்லாம் அவர் ஒரே ஒரு பண்பில் மட்டுமே வேறுபட்டு மற்ற பண்புகளில் ஒரே மாதிரியாக இருந்த செடிகளையே கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தார். மேலும் அவருடைய முன்னோடிகள் அனைவரும் ஏராளமான சிற்றினங்களைக் கொண்டு பரிசோதனைகள் தங்கள் முயற்சிகளை விரயமாக்கினர். ஆனால், மெண்டல் விரிவான, மற்றும் ஒரே சீரான ஆராய்ச்சிப் பொருளைப் பயன்படுத்துவதுடன் நிறுத்திக் கொள்ள முடிவு செய்தார். அவர் பட்டாணிச் செடிகளுடன் திட்டமிட்ட தொடர்ப் பரிசோதனைகளில் பத்தாண்டு காலத்தைக் கழித்தார் என்பதை நம்புவது கடினமாக இருக்கலாம்.

பரிசோதனைப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்க மெண்டலுக்கு நீண்ட நாள் பிடித்தது. உதாரணமாக, அவர் செடிகளுடன் மட்டும் பரிசோதனை செய்ய முயற்சிக்கவில்லை என்பது தெரியும். அவர் வீட்டில் வெள்ளை, மற்றும் சாம்

பல் நிற எலிகளை வளர்த்து அவற்றிடையே கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தார். ஆனால், பிராணிகளுடன் செய்யப் பட்ட பரிசோதனைகளை ஒரு மத குருவிற்கு ஒவ்வாத ''ஒழுங்கீனமான முயற்சி'' என அவர் மறைத்து வைக்க வேண்டியிருந்தது. தேனீக்களின் வெவ்வேறு வகைகளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்து ஆராய்ந்தார். ஆனால், அவர் பெற்ற முடிவுகள் பற்றி எந்த விவரமும் நமக்குக் கிடைக் கவில்லை.

ஆனால், தாவரங்களிடையே தகுதியான ஆராய்ச்சிப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுப்பது எளிதாக இருக்கவில்லை. ஒரு பரிசோதனைப் பொருளுக்கு இருக்க வேண்டிய தகு திகளைப் பற்றி மெண்டல் தனது கட்டுரையில் எழுதினார். அவர் முடிவாகப் பட்டாணியைத் தேர்ந்தெடுத்தார். அது எல்லா வகையிலும் தகுதியானதாக இருந்தது.

இயற்கை விதிகள்

பல்வேறு விதைப் பண்ணைகளிலிருந்து பெறப்பட்ட 34 வகைப் பட்டாணிகளுடன் மெண்டல் தொடங்கினார். ஆனால் அவர் தனது பரிசோதனைகளை உடனடியாகத் தொடங்கவில்லை. இந்த வகைகளை அவர் இரண்டு ஆண் டுகள் வரை அவற்றின் தூய்மைக்காகப் பரிசீலனை செய் தார். அவை ஒரே சீரான சந்ததிகளைக் கொடுக்கின்றன என்று உறுதிசெய்துகொண்டே பின்பே அவர் பரிசோத னைகளைத் தொடங்கினார். பின்னர் அவர் பட்டாணி களுடன் ஆராய்ச்சிகள் செய்த ஆண்டுகள் அனைத்திலும் அவர் தொடக்க வகைகளின் தூய்மையைத் தொடர்ந்து பரிசோதித்தார். அவருடைய ஆராய்ச்சிப் பொருளின் தூய் மையைப் பொருத்து அவரது கண்டுபிடிப்பிலிருந்து சம கால ஆராய்ச்சியாளர்கள் பலர் படிப்பினைக் கற்றுக் கொள் ளலாம்.

மெண்டலின் விதைப் பாத்திகள் அல்லது அவை முன் னர் இருந்த இடம் இன்றும் புரூனா மடத்தின் தோட்டத் தில் கவனத்துடன் பாதுகாக்கப்பட்டு வருகிறது. அது மடத் தின் அவற்றருகில் 35 மீட்டர் நீளமும் ஏழு மீட்டர் அகலமும் கொண்ட நீண்ட பாத்தியாகும். பரிசோதனைகள் மட்டு

மன்றி பரிசோதனைகளுடன் தொடர்புடைய தோட்ட வேலைகளுங்கூட மெண்டலால் தன்னந்தனியாகச் செய்யப் பட்டன.

பரிசோதனைகள் கடினமானவையாகவும், பிரயாசை மிக்கவையாகவும் இருந்தன. பட்டாணிகள் குறிப்பாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது அவற்றில் தற்செயலான அயல் மக ரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறவே முடியாது என்பதற்காகவே ஆகும். அவற்றினுடைய பூக்களில் ஒரு விநோதம் என்ன வென்றால், மகரந்தத்தாள்களும் சூலகமும் ஒரு படகு இத ழால் முழுமையாக மூடப்பட்டுள்ளன. மற்றும் மகரந்தப் பைகள் மொட்டிற்குள் இருக்கிம்போதே வெடித்து விடு கின்றன. எனவே, மலர்வதற்கு முன்பே, சூல்முடி அதன் சொந்த மகரந்தத்தால் சூழப்படுகிறது. ஆனால், இந்த வகையான பூ பரிசோதனையாளருக்கு இடர்பாடுகளும் உடையதாக இருந்தது. ஒரு மொட்டு சூலுறுவதற்கு ஆயத் தம் அடைய கணத்தை எதிர்பார்த்து மெண்டல் தனது செடி களின்மீது எப்போதும் ஒரு கண் வைத்திருந்தார். உடனே அவர் மொட்டைத் திறந்து, படகு இதழை அகற்றி, ஒரு மெல்லிய சாமணத்தைக் கொண்டு ஒவ்வொரு மகரந்தத் தாளாக அகற்றினார் (சூல்முடியில் மகரந்தம் பட்டு வரு மென்பதால், அப்போது அவர் மூச்சுக்குட விடுவதில்லை). பின்னர் அவர் சூல்முடியில் அயல் மகரந்தத்தைத் தூவினார். ஒவ்வொரு மலருடனும் இதைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்ய வேண்டியிருந்தது. மலர்களோ நூறாயிரக்கணக்கில் இருந் தன.

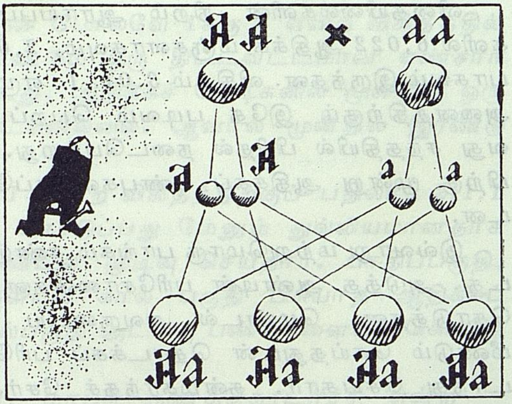
கடைசியாக முதலாவது தாவர வளர்ச்சிக் காலம் முடிந் தது. விளைச்சல் அறுவடை செய்யப்பட்டு ஆராயப்பட்டு, எண்ணப்பட்டது. பரிசோதனைகள் அனைத்தும் ஒரே ஒப் புமையைக் காட்டின. உதாரணமாக, மெண்டல் உருண்டை (அல்லது மழுமழுப்பான) விதைகளைக் கொண்ட வகை களையும், சுருக்கமுடைய விதைகளைக் கொண்ட வகை களையும் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தார். சந்ததிகள் அனைத்தும் உருண்டை விதைகளைக் கொண்டிருந்தன. தந்தை வழிச் செடி, தாய் வழிச் செடி இரண்டில் எது உருண்டை விதைகளைக் கொண்டிருந்தாலும் விளைவு ஒரே மாதிரியாக இருந்தது. உருண்டை வகை, சுருக்கமுள்ள

வகையின்மீது முழுமையான ஆதிக்கம் வகிக்கிறது என்பது அதன் பொருளாகும்.

ஆனால் மெண்டல் விதையின் வடிவத்தோடு மட்டும் நிறுத்திக் கொள்ளவில்லை. அவர் ஏழு ஜோடிப் பண்புகளை ஆராய்ந்தார். விதை இலைகளின் நிறம் (மஞ்சள் அல்லது பச்சை) விதை உறையின் நிறம் (வெண்மையானது அல்லது நிறமுடையது), காயின் வடிவம் (உப்பியது அல்லது சப்பையானது), இன்ன பிற. இந்த எல்லா மாறு வகைகளிலும் ஒரே மாதிரியான முடிவு பெறப்பட்டது. ஒரு பண்பு மற்றொரு பண்பின்மேல் ஆதிக்கம் வகித்தது. விதை இலைகளில் பச்சையின் மேல் மஞ்சள், விதையுறைகளில் வெள்ளை மீது சாம்பற் பழுப்பு. இது ஒரு பொதுவான படிவம் போலக் காணப்பட்டது. ஆனால் மெண்டல் அவரது முடிவுகளைப் பற்றி எவருக்கும் கூற முடிவு எடுக்கு முன்பு தனது சோதனைகளைப் பன்முறை திரும்பத் திரும்பச் செய்தார்.

வசந்த காலம் வந்தது. மெண்டல் கலப்பின விதைகளை விதைத்தார். வேறு எதுவும் செய்யவில்லை. அவை தமக்குத் தாமே மகரந்தச் சேர்க்கை விடையும்படி விட்டுவிட்டார். ஆனால் அவர் சோம்பேறித்தனமாக உட்கார்ந்திருக்கவில்லை. அவர் ஒவ்வொரு மலரையும் பரிசீலனை செய்தார். படகு இதழிலிருந்து சூல் முடிகள் வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் விநோதச் செடிகள் அபூர்வமாகக் காணப்பட்டன. மகரந்தம் காற்றின் மூலம் அவற்றை வந்து அடையலாம். எனவே, அவர் அவற்றைக் கவனமாக அகற்றினார். அவருடைய செடிகளைப் பூச்சிகளிடமிருந்து காப்பாற்றுவதும் அவசியமாயிற்று. மகசூலைக் காப்பாற்றுவது பற்றிய விஷயம் மட்டுமல்ல அது. ஒரு பூச்சி மலர்களைக் கருவும் போது, அதன் கால்களின் மூலம் ஒரு மலரிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மகரந்தத்தை எடுத்துச் செல்லும் அபாயம் அதைவிட முக்கியமானதாக இருந்தது. கோடைக்காலம் முழுவதும் மெண்டல் அவரது பாத்திகளில் சுறுசுறுப்பாக உழைத்தார். ஆனால் மகரந்தச் சேர்க்கையில் தலையிடவில்லை. எல்லாச் செடிகளும் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையுற்றன.

முடிவாக, நீண்ட நாட்களாக எதிர்பார்த்த ஆகஸ்ட் வந்தது. அறுவடைக்காலம் வந்தது. இப்போது முடிவுகளைத் தொகுத்துக் கூறலாம். அவை வியத்தக்கவையாக

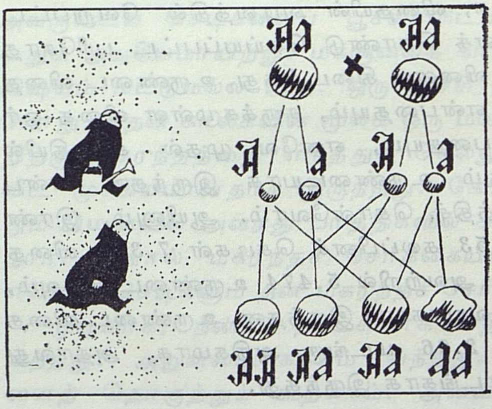


இருந்தன. முதற்சந்ததியின் செடிகள் ஆதிக்கப் பண்பை மட்டும் காட்டிக்கொண்டு ஒரே சீரானவையாக இருந்தபோது, இரண்டாவது சந்ததிச் செடிகள் தம்முள் வேறுபட்டிருந்தன. ஆதிக்கப் பண்புகளைக் கொண்ட செடிகள் பெரும்பான்மையாக இருந்தன. ஆனால், அதற்கு எதிரான பண்புகளைக் (அடங்கு பண்புகள் என்று கூறப்படுபவை) கொண்ட செடிகள் எண்ணிக்கையில் மிகுதியாக இருந்தன. அவற்றின் தோற்றம் ஒரு தற்செயல் நிகழ்ச்சி எனக் கருதப்பட முடியாது. எல்லாவற்றையும்விடச் சுவையானது என்னவெனில், ஆதிக்க மற்றும் அடங்கு பண்புகள் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் தோன்றின.

எடுத்துக்காட்டாக, விதையின் வடிவத்தில் வேறுபட்ட தொடக்க வகைகளைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளில் பின்வரும் விளைவு கிடைத்தது. உருண்டை விதை ஓர் ஆதிக்கப் பண்பு என்பதையும், சுருக்கமுள்ள விதை ஓர் அடங்கு பண்பு என்பதையும், எனவே முதல் சந்ததியில் விதைகள் அனைத்தும் உருண்டையாக இருந்தன என்பதையும் நினைவுபடுத்திக் கொள்வோம். ஆயினும், இரண்டாவது சந்ததியில் 253 கலப்பினச் செடிகள் 7,324 விதைகளைக் கொடுத்தன. அவற்றில் 5,474 உருண்டையாகவும், 1850 சுருக்கமுள்ளவையாகவும் இருந்தன. உருண்டை விதைகளின் எண்ணிக்கை 2.96 மடங்கு அதிகமாக, அதாவது அனேகமாக மூன்று மடங்காக இருந்தது.

விதையிலைகளின் நிறம் ஆராயப்பட்ட பரிசோதனைகளில் 6,022 ஆதிக்க மஞ்சளாகவும், 2,001 அடழ்கு பச்சையாகவும் இருந்தன. விகிதம் 3.01: 1. ஏழு ஜோடிப் பண்புகள் அனைத்திற்கும் இதே படிவம் பெறப்பட்டது. இரண்டாவது சந்ததியில் பிரிதல் நடைபெற்றது. ஓர் அடங்கு பண்பிற்கு மூன்று ஆதிக்கப் பண்புகள் எப்போதும் பெறப்பட்டன.

இவ்வாறு மற்றுமொரு பாங்கம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டது. அடுத்த ஆண்டின் பரிசோனைகளும் அதே முடிவைக் கொடுத்தன. மெண்டல் அவருடைய பரிசோதனைகளை மீண்டும் செய்ததுடன் தொடக்கப் பரிசோதனையும் தொடர்ந்து செய்தார். தன்மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பின்னர் மூண்றாவது சந்ததியில் என்ன நேரிடும் என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள அவர் விரும்பினுர். மீண்டும் ஒரு புதிய படிவம் கிடைத்தது. அடங்கு பண்புகளைக் கொண்ட செடிகளில் தன்மகரந்தச் சேர்க்கையால் பிரிதல் நடைபெறவில்லை. சேய்ச் செடிகள் அனைத்தும் ஒரே சீராக இருந்தன. மெண்டல் அப்பண்புகளை ஏழாவது சந்ததி வரை தொடர்ந்து பரிசீலனை செய்த போதிலும் பின்னர் எப்போதும் பிரிதல் நடைபெறவே இல்லை. ஆதிக்கப் பண்புகளைக் கொண்ட செடிகளைப் பொருத்த மட்டில் அவை ஒரே சீராக நடந்துகொள்ளவில்லை. அடங்கு பண்புகளைக் கொண்ட செடிகளைப் போன்றே சில செடிகள் பிரிதலைக் காட்டவில்லை.



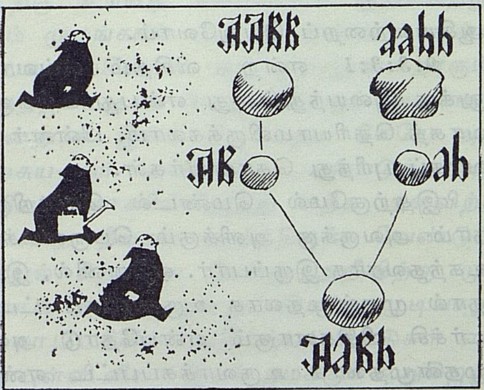
ஆனால் மற்றவை முன் போலவே 1க்கு 3 என்ற விகிதத்தில் பிரிந்தன. இங்கு மீண்டும் ஒரு திட்டவட்டமான எண்சார் விகிதம் காணப்பட்டது. ஆதிக்கச் செடிகளில் மூன்றில் ஒரு பங்கு பிரிதல் அடையவில்லை. ஆனால் மூன்றில் இரண்டு பங்கு பிரிந்தன.

காணப்பட்ட 3:1 என்ற விகிதத்திற்குப் பதிலாக 2:1:1 என்ற விகிதத்தைக் கொடுப்பது மேலும் துல்லியமானதாக இருக்குமென்று மெண்டல் முடிவு செய்தார். பாதிப்பகுதி, கலப்பின விதைகளையும் கால் பகுதி பிரியாத ஆதிக்கப் பண்புகளையும், கால்பகுதி அடங்கு பண்புகளையும் கொடுத்தன.

அவ்வளவேதான், மரபுக் குணத்தொடர்ச்சி என்ற நிகழ்வு சில எளிய விதிகளுக்குள் அடக்கப்பட்டு விட்டது. அவற்றை விளக்க நமக்குப் பல சொற்கள் தேவைப்படும். ஆனால் ஒரு சித்திரத்தில் இவ்விதிகளை மிக எளிய வரை படம் மூலம் காட்டலாம்.

ஹாலந்தின் தாவரவியலாளர் டி. விரைஸ் பின்னர் இவற்றையே புகழ் பெற்ற மெண்டல் விதிகள் என அழைத்தார்.

முதல் விதி (ஒத்த மரபுப், பண்பு, மற்றும் பரஸ்பரத் தன்மை விதி) முதல் கலப்புச் சந்ததி முற்றிலும் ஒரே சீரானதாக இருக்கிறது என்று கூறுகிறது. 'பரஸ்பரத் தன்மை' (சமத்துவத் தன்மை எனும் துறைச் சொல், (இது அவ்வளவு சரியானதல்ல) ஒரு பண்பு தந்தை வழி வந்தாலும்



தாய் வழி வந்தாலும் முடிவு ஒரே மாதிரியாக இருக்கும் என்பதைக் குறிக்கிறது.

இரண்டாவது விதி (பிரிதல் விதி) இரண்டாவது சந்ததியைப் பொருத்தது. நமக்கு ஏற்கனவே அறிமுகமான *1:2:1* என்ற விகிதத்தில் பிரிதலைக் குறிக்கிறது.

மெண்டலின் மூன்றாவது விதி ஒன்றுள்ளது. (தனி வகுப்பமைவு அல்லது மாறு இணைப்பு விதி) அது, பெற்றோர்கள் ஒரு ஜோடிக்கு மேற்பட்ட பண்புகளில் வேறுபடும் சந்தர்ப்பங்களுக்குப் பொருந்துவது. உருண்டையான மஞ்சள் நிறமுடைய விதைகளை கொண்ட வகையைச் சுருக்கங் கொண்ட, பச்சை நிறமுள்ள விதைகளுடன் கூடிய வகையோடு நாம் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தால், முதல் கலப்புச் சந்ததியில் எல்லா விதைகளும் உருண்டையாகவும், மஞ்சள் நிறமுடையவையாகவும், இருக்கும் ஏனெனில், இப்பண்புகள் ஆதிக்கமானவையாகும். ஆனால் தன் மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பின்பு இரண்டாவது சந்ததியில் பண்புகளின் நான்கு சாத்தியமான பிரிவுகளும் காணப்படும். அதற்கு மேலாக, இரண்டு ஜோடிப் பண்புகளும் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று சுயேச்சையாகப் பிரிந்து *9:3:3:1* என்ற விகிதத்தில் பிரியும். இதன் பயனாக, இந்த மாதிரியில் நாம்

9 உருண்டை மஞ்சள்,
3 உருண்டை பச்சை,
3 சுருக்கமுடைய மஞ்சள்,
1 சுருக்கமுடைய பச்சை,

ஆகியவற்றைப் பெறுவோம்.

9:3:3:1 என்ற விகிதம் எவ்வாறு தனித்து ஒதுக்கலுக்கு இயைந்துள்ளது என்பது உங்களுக்கு இன்னும் தெளிவாகத் தெரியாமலிருக்கலாம். பின்னர் இதை மேலும் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்வீர்கள்.

இதற்குமேல் மெண்டல் சென்றிருக்காவிட்டாலுங்கூட நாம் அவருக்கு அளிக்கும் பெருமைக்கு அவர் முற்றிலும் உகந்தவராக இருப்பார். ஏனெனில், இவைதாம் விஞ்ஞானத்தால் முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்ட மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி விதிகளாகும் என்பதோடு அவைதாம் உயிரியலில் முதன்முதலாக உருவாக்கப்பட்ட எண்ணளவான விதிகளு

மாகும். ஆனால் மெண்டல் அதற்கு மேலும் சென்று, பண்புகள் ஏன் இந்த முறையில் சந்ததிகளால் பெறப்படுகின்றன என்பதையும் விளக்கினார்.

பகடை ஆட்டம்

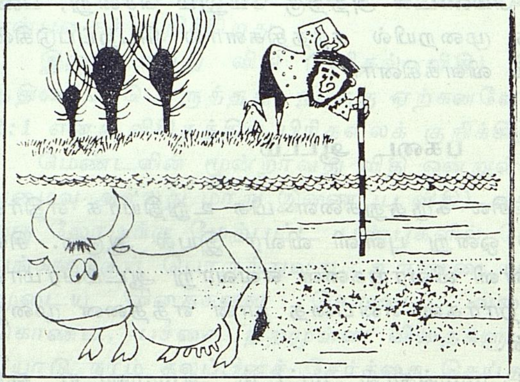
மனித மனம் சில கருத்துகளை மிக உறுதியாக எதிர்க்கிறது. அவற்றில் ஒன்று புள்ளி விவர இயல் ஆகும். சில 'மேதாவிகள்' புள்ளி விவரங்களை எவ்வாறு ஆடம்பரமாக ஒழித்துக் கட்டுகிறார்கள் என்பதை நான் எத்தனை முறை பார்த்திருக்கிறேன்.

''சராசரியாக முழங்கால் மட்டம் ஆழமுடைய ஒரு குளத்தில் ஒரு பசு மூழ்கியது என்று நான் கேள்விப்படுகிறேன்! சராசரி என்றால் என்ன என்பது அவளுக்குத் தெரியவில்லை!''

''இதோ பார், நான் இரண்டு விருந்து சாப்பிடுகிறேன், நீ ஒன்றும் சாப்பிடாது இரு. அந்த முறையில் நாம் ஒவ்வொருவரும் சராசரியாக ஒரு சாப்பாடு சாப்பிடலாம்! ஆகா, கா கா!''

நகைச்சுவைத் துணுக்குகளப் பொருத்து அவை சராசரிக்குக் கீழே இல்லை. ஆனால் அத்தகைய நகைச்சுவையை நான் சிபார்சு செய்ய மாட்டேன். ஏனெனில், அவை புள்ளி விவர இயலைப்பற்றி முழுமையான அறிவீனத்தை வெளிக்காட்டுகின்றன. 'சராசரியாக' என்ற துறைச் சொல்லே, ஓர் அளவு வேறுபாட்டிற்கு உரியது என்பதைக் குறிக்கிறது. எல்லா இடங்களிலும் முழங்கால் மட்டத் தண்ணீர் உள்ள ஒரு குளத்தில் ஒரு பசு மூழ்கினால், அது முரணுள்ளதாகும். சராசரியைப் பொருத்தமட்டில், வேறுபடும் ஓர் அளவைக் குறிக்கப் போதுமானதாக இல்லாதிருப்பதா லேயே அது இருக்கிறது. அத்தகைய ஓர் அளவைப் பயன்படுத்த அது அந்த 'இகழ்ச்சிக்குரிய' சராசரியிலிருந்து எந்த அளவிற்கு வேறுபடுகிறது என்பதை நீங்கள் அறிந்திருக்க வேண்டும்.

புள்ளி விவர இயல் சிந்தனை பொது அறிவிற்கு முரணாக உள்ளது. ஆனால் அதற்கு ஒன்றும் செய்ய முடியாது. எடுத்துக்காட்டாக, லாட்டரியில் 'அதிர்ஷ்ட' சீட்டுகள் என்பவை இல்லை என்று புள்ளி விவர இயல் நமக்குக் கூறுகிறது.



அது முற்றிலும் உண்மை. இது ஒரு கணிதவியல் விதி. இருந்த போதிலும் பரிசுச் சீட்டுகளை வாங்குபவர்களில் அனேகமாக எல்லோரும் வரிசையான எண்களைக் கொண்ட சீட்டுக ளைத் தவிர்க்கிறார்கள் அல்லது வேறு ஏதோ ஒரு முறையைக் கைக்கொள்கிறார்கள். என்றாலும், சீட்டுகளின் எந்த ஒரு தொகுதியும் வெற்றி பெறுவதற்குச் சமமான கணித ரீதியான வாய்ப்பைப் பெற்றுள்ளது. நான் பல்க லைக் கழகத்தில் புள்ளி விவர இயல் பற்றிய விரிவுரைக ளைக் கேட்டு, அப்பொருள் பற்றிப் போதுமான அளவு தெரிந்துகொண்டிருந்த போதிலும் நானுங்கூட லாட்டரிச் சீட்டுகள் வாங்கும்போது எதைத் தேர்ந்தெடுப்பது என்று தயங்குகிறேன் என்பதை இரகசியமாக ஒப்புக் கொள்ளத் தான் வேண்டும். என்றாலும், அதனால் எந்த வேறுபாடும் இல்லை என்பதை நான் மிக நன்றாக அறிவேன்.

மெண்டலின் விதிகள் நீண்ட காலம் ஏற்றுக் கொள் ளப்படாமல் இருந்ததற்கும், அவை ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட பின்புங்கூட அவை பலரால் எதிர்க்கப்பட்டதற்கும் ஒரு காரணம் அவை புள்ளிவிவர இயல் தன்மையைப் பெற்றிருந் ததாகும். பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் செய்த பரிசோதனை களில் 3:1 விகிதத்திலிருந்து வேறுபட்ட ஒதுக்கல்கள் பெறப் பட்டது பற்றிப் பல கட்டுரைகள் உள்ளன. அவர்கள் மெண் டலின் விதிகளை மறுதலித்து விட்டதாக உரிமை கொண் டாடினர். மேலும் அவர்கள் மெண்டலேகூடத் துல்லியமாக

3:1 என்ற விகிதத்தில் ஒதுக்கலைப் (Segregation) பெறவில்லை என்றும் கூறினர்.

மனிதனுடைய அநுபவத்தை ஒரு முகப்படுத்துவதிலிருந்தே எல்லா விஞ்ஞானங்களும் தோன்றியுள்ளன என்பதோடு அவை அவனுடைய ஏதோ ஒரு வகையான தேவையைப் பூர்த்தி செய்வதற்காக வளர்ச்சி அடைந்துள்ளன. நிகழ்தகவுக்கோட்பாடு இதற்கு விதி விலக்கல்ல. ஆனால் அது மற்ற விஞ்ஞானங்களைப் போலல்லாது தனது மூலதாரத்தைப் பற்றி 'வெட்கப்' படுகிறது போலும். ஏனெனில், கணிதத்தின் இந்தத் துறை சூதாட்டங்களைப் பற்றிய ஒரு விதியை உருவாக்கி, வெற்றி பெறுவதற்கு ஒரு நிச்சயமான முறையைக் கண்டுபிடிக்கும் முயற்சியிலிருந்து தோன்றியது. இப்போது நிகழ்தகவுக் கோட்பாடு முக்கியமான விஞ்ஞானங்களுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. ஆனால் பதினாறாவது மற்றும் பதினேழாவது நூற்றாண்டுகளில் அது பகடை ஆட்டம், நாணயங்களைச் சுண்டுதல், இன்ன பிற சூதாட்டங்களில் முடிவுகளை முன் கூட்டியே கூறும் முயற்சியில் பயன்படுத்தப்பட்டது.

நாமுங்கூட இந்தக் கேவலமான பொருளைப் பரிசீலனை செய்ய வேண்டும். ஏனெனில், அத்தகைய சூதாட்டங்களிலிருந்து பெறப்படும் எடுத்துக் காட்டுகள் நிகழ்தகவுக் கோட்பாட்டின் தத்துவங்களை மிகச் சிறப்பாக விளக்குகின்றன. அதுவன்றி நாம் நமது கதையைத் தொடர முடியாது.

சூதாட்ட விளையாட்டுகளில் மிக எளிதான ஒன்றை —பென்னி நாணயங்களைச் சுண்டுவதை—நாம் எடுத்துக் கொள்வோம். இரு சூதாடிகள் நாணயங்களைச் சுண்டிவிட்டுத் தலை விழுகிறதா பூ விழுகிறதா என்பதைக் கொண்டு வெற்றி அடைகிறார்கள். நாணயங்கள் உருக்குலையாமல் இருந்தது. இருவரும் நியாயமாக விளையாடுவார்களானால், தலைகளும், பூக்களும் சமமான அளவில் விழுவதற்கு வாய்ப்புகள் உள்ளன. கணிதவியலாளர்கள் கூறுவது போல அவை தோன்றுவதற்கான நிகழ்தகவு சமமாக உள்ளது. ஆனால் ஒரு நாணயம் இரு முறை சுண்டப்பட்டால் ஒரு முறை தலையும், ஒரு முறை பூவும்—அல்லது ஒரு முறை பூவும் ஒரு முறை தலையும் விழும் என்பது இதன் பொருளா? இல்லவே இல்லை. விளைவு எதுவாக வேண்டுமானாலும் இருக்

கலாம் என்று பொது அறிவு கூறுகிறது. ஆனால் ஒரு தலைக்கும் ஒரு பூவுக்குந்தான் மிகுந்த நிகழ்தகவு உள்ளது. அத்தகைய விளைவை 50 சதவிகிதம் சந்தர்ப்பங்களிலும், 25 சதவிகித சந்தர்ப்பங்களில் இரண்டு தலைகளும், 25 சதவிகித சந்தர்ப்பங்களில் இரண்டு பூக்களும் விழுமென்று நிகழ்தகவுக் கோட்பாடு கூறுகிறது. இவ்வாறு ஒரு தலையும் ஒரு பூவும் விழுவதற்குத்தான் மிகுந்த வாய்ப்பு இருந்த போதிலும் தலைகளும் பூக்களும் தொடர்ந்து இருமுறை விழலாம் என்பதும் சாத்தியமே.

எனவே, ஒருநாணயத்தில் தலை விழுமா பூ விழுமா என்பது போன்ற தற்செயல் நிகழ்ச்சிகளில் ஒரு திட்டவட்டமான முடிவை முன்கூட்டியே கூற நம்மால் செய்ய இயலாது என்பது இதிலிருந்து தொடர்கிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட விளைவின் நிகழ் தகவை மட்டுமே நம்மால் முன்கூட்டிக் கூற முடியும். நமது முன் மதிப்பீட்டின் துல்லியம், மேற்கொள்ளப்படும் முயற்சிகளின் எண்ணிக்கையையே பெரிதும் சார்ந்துள்ளது. ஒரே ஒரு முறை சுண்டினால் முன் மதிப்பீடு முற்றிலும் நிச்சயமற்றதாக உள்ளது. இரண்டு முறை சுண்டினாலும் அது அதே அளவிற்கு நிச்சயமற்றதாக உள்ளது. ஆனால் நாணயத்தை ஆயிரம் முறை சுண்டுவதற்கு நமக்குப் பொறுமை இருக்குமானால், 50 சதவிகிதசந்தர்ப்பங்களில் தலை விழும் என்று எதிர் பார்க்கலாம். அத்தகைய முன்மதிப்பீடு தவறானதாக இருக்காது.

பின் வருவதை உணர்ந்து கொள்வது குறிப்பிட்ட முக்கியத்துவமுடையதாகும். ஒரு நாணயத்தை ஆயிரம் முறை சுண்டுவது தத்துவார்த்த ரீதியில் 1,001 வேறுபட்ட விளைவுகளைக் கொடுக்கலாம். மற்றும் அவற்றின் நிகழ்தகவு ஒரே சீரானதாக இருக்காது. ஆயிரம் சுண்டல்கள் அனைத்திலும் தலை விழுவதற்கு அனேகமாக வாய்ப்பே இல்லை (தத்துவார்த்த ரீதியில் அந்த வாய்ப்பு $1:2^{1000}$ ஆக உள்ளது. இது மிகக் குறைவானதாகும்). தலைகள், பூக்கள் ஒவ்வொன்றும் 500 முறை விழுவதுதான் மிகவும் சாத்தியமானது. ஆனால் அதுவும் குறைவானதே. ஏனெனில், அதுவே மிகவும் சாத்தியமானதாக இருந்த போதிலும் அது மிகப் பல வாய்ப்புகளில் ஒன்று தான். அத்தகைய துல்லியமான விளைவை நாம் ஒரு பரிசோதனையில் பெற்றால்,

அது வியப்பிற்கு உரியதாக இருக்கும். என்றாலும், தலை துல்லியமாக 500 முறை விழுந்தாலும் சரி 512 முறை விழுந்தாலும் சரி, விளைவு எதிர்பார்க்கப்படும் 50 சதவிகி தத்திலிருந்து சிறிதளவே வேறுபடும்.

எனவே, 50 சதவிகிதச் சந்தர்ப்பங்களில் தலை விழுவ தே மிகவும் சாத்தியமான முடிவாகும். ஆனால் ஒன்று அல் லது இரண்டு முறை சுண்டுவதன் மூலம் நாம் அதை அடை யாமலே இருக்கலாம். 100 முறை சுண்டுவதன் மூலம் நாம் அதற்கு அருகில் வருவோம். ஆயிரம் முறை சுண்டுவதன் மூலம் இன்னும் அருகில் வருவோம். இவையனைத்தும் நிகழ்தகவுக் கோட்பாட்டின் தோற்றங்களால் துல்லியமாக எடுத்துக் காட்டப்படுகின்றன. ஒரு நாணயத்தைச் சுண்டு வது என்ற எளிய உதாரணத்திலிருந்துகூட நமது முடிவு கள் தெளிவாக உள்ளன.

வேறுபாட்டு புள்ளிவிவர இயலின் அடிப்படையாக உள்ள நிகழ்தகவுக் கோட்பாட்டின் தத்துவங்களைப் பற்றி மேலே கூறப்பட்டது அனைத்தும் வேறுபடுபவற்றை ஆராய் வதற்கு ஒரு வழியைக் கொடுக்கின்றன. உயிரியல் ஒவ்வொரு நிலையிலும் வேறுபடுபவற்றைக் கையாள வேண்டியிருக்கி றது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு குழந்தை பையனாக இருக் குமா, பெண்ணாக இருக்குமா என்ற கேள்வியை எடுத்துக் கொள்வோம். இவை ஒவ்வொன்றிற்குமான வாய்ப்பு சம மாக உள்ளது என்பது தெரியும். ஆனால் ஒரு குறிப்பிட்ட குடும்பத்தில் பையன் பிறக்குமா, பெண் பிறக்குமா என்று எவராலும் கூற முடியாது. ஆனால் ஒரு பெரிய நகரத்தில் ஓர் ஆண்டில் எத்தனை பையன்களும், பெண்களும் பிறப் பார்கள் என்று முன்கூட்டியே கூறுவது கடினமல்ல. 1000 பிரசவங்களில் சராசரியாக 510 பையன்கள் பிறப்பார்கள் என்று கூறுவது உண்மைக்கு வெகு தொலைவில் இருக்காது.

நாம் மீண்டும் மெண்டலின் விதிகளுக்கு வருவோம். அவற்றைப் புள்ளி விவர இயலை அறியாத அல்லது புரிந்து கொள்ளாத சிலர், பிரிதல் துல்லியமாக 3:1 என்ற விகி தத்தில் அநேகமாக எப்போதும் நடைபெறுவதில்லை என்று சொல்லி மறுதலிக்க முயற்சித்தார்கள் என்று கூறினோம். ஆனால், அதுதான் புள்ளி விவர இயலின் விதிகளிலிருந்து தொடர்கிறது. ஏராளமான சோதனைகளைச் செய்யும்

போது விளைவு எதிர்பார்க்கப்படுவதற்கு அருகில் இருக்கும் என்றும், ஆனால் எதிர்பார்க்கப்படும் விளைவைத் துல்லியமாக அடைவதற்கான வாய்ப்பு மிகவும் சாத்தியமற்றது என்றும் அவை கூறுகின்றன.

இதைப் பொருத்து நான் ஒரு வேடிக்கையான நிகழ்ச்சியை நினைவுகூர விரும்புகிறேன். ஒரு விஞ்ஞானி (இனி வெகு காலத்திற்கு முன்பு ஒரு நாட்டில் நடந்த போதிலும் கூட அவருடைய பெயரை நான் குறிப்பிட மாட்டேன். ஏன் என்பதைப் பின்னர் நீங்கள் காண்பீர்கள்) ஒரு செல் பாசிகளில் மரபுக் குணங்களின் தொடர்ச்சியை ஆராய்ந்தார். அவர் ஏராளமான பல சோதனைகளைச் செய்து, பிரசுரிக்கப்பட்ட ஒரு கட்டுரையில் அவற்றைப் பற்றிக் கூறினார். பின்னர் மற்றுமொரு விஞ்ஞானி, அந்த முடிவுகள் எதிர்பார்க்கப்பட்ட *3:1* என்ற விகிதத்திற்கு மிகவும் நெருக்கமாக இருப்பதைக் கண்டார். அவர் (கணிதத்தில் மிகுந்த தேர்ச்சியுடையவர்) ஒரு பென்சிலையும் காகிதத்தையும் எடுத்துக்கொண்டு, அத்தகைய 'சிறந்த' எண்களைப் பெறுவதற்கான நிகழ்தகவைக் கணக்கிட்டார். முடிவு பூஜ்யத்திற்கு அண்மையில் இருந்தது. எதிர்பார்க்கப்பட்ட முடிவுகளில் மிகப் பெரிய வேறுபாடு மெண்டலின் விதிகளுக்கு முரணாக இருந்திருக்கும். ஆனால், எதிர்பார்க்கப்பட்ட முடிவுகளுக்குச் செயற்கை முறையில் சரி செய்யப்பட்டவையாகவே மிகத் துல்லியமான முடிவுகளைக் கருத வேண்டும். இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் என்ன நடந்தது என்பதை—வேண்டுமென்றே கூறப்பட்ட பொய்யா அல்லது விதைவிடச் சாத்தியமாகத் தோல்விகளை அப்பாவித்தனமாக விட்டுவிட்டதா (துரதிர்ஷ்டவசமாக இது அசாதாரணமானதல்ல)—என்பதைக் கூறுவது கடினம். அதுவல்ல முக்கியம். புள்ளிவிவர இயலில் மிக நெருக்கமான இணைவு தவறான ஒன்றைக் காட்டிலும் மோசமானதாகும் என்று எடுத்துக்காட்டவே நான் விரும்புகிறேன்.

மெண்டலினுடைய ஆராய்ச்சியில் மிகவும் வியக்கத்தக்கது என்னவெனில், விஞ்ஞானம் அன்று அடைந்திருந்த மட்டத்தில் அவரால் அவருடைய விதிகளுக்கு முற்றிலும் சரியான விளக்கம் கொடுக்க அவருக்கு இருந்த திறனேயாகும். அவருடைய முடிவுகளைப் பற்றிச் சிந்தித்து அவர்,

மரபுக்குணங்களைப் பெறுவது தொடர்ச்சியற்றுள்ளது என்றும், பண்புகளின் பெருந்தொகுதியன்றித் தனிப்பட்ட பண்புகளை இனப்பெருக்க செல்களிலிருந்த தனிப்பட்ட மரபு 'அம்சங்களுடன்' இணைத்தார். இந்தக் கருத்துகள், அந்த முடிவுகளுக்குச் சாத்தியமான ஒரே தடத்தை அவருக்கு அளித்தன.

மெண்டல் அவருடைய கட்டுரையில், நவீன மரபியலால் ஏற்றுக்கொள்ளப் பட்டுள்ளனவற்றிலிருந்து வேறான துறைச் சொற்களையும், அடையாளக் குறிகளையும் பயன்படுத்தினார். எடுத்துக்காட்டாக, மெண்டலால் அம்சங்கள் என்று அழைக்கப்பட்டவை இருபதாவது நூற்றாண்டில் ஜீன்கள் என்று அழைக்கப்படத் தொடங்கின. மெண்டலின் வாதங்களைப் பரிசீலனை செய்யும்போது நாம் அவருடைய துறைச் சொற்களைப் பயன்படுத்த மாட்டோம். (எவ்வாறாயினும் இதற்குப் பின்னால் வரும் அத்தியாயங்களில் அவற்றை நாம் கைவிட வேண்டியிருக்கும்). மற்றும் அவை நவீன துறைச்சொற்களிலிருந்து வேறுபடும்போது, அவற்றை நாம் சமகால விஞ்ஞானத்தின் மொழியில் மொழிபெயர்த்துக்கொள்வோம்.

பைத்தியகாரத்தனமான ஒரு புனைவு கோள்

இவ்வாறு மெண்டல், பண்புகள் உருவாவதற்குக் காரணமான பொருளாயத அமைப்புகள்—அவற்றை நாம் ஜீன்கள் என்று அழைப்போம்—இனப்பெருக்க செல்களில் உள்ளன என்று அனுமானித்துக்கொண்டு, அவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விதிகளை அந்த அடிப்படையில் விளக்க முயற்சித்தார். இங்கு நாம் அவருடைய வியக்கத்தக்க சாதனையைக் காண்கிறோம்.

மரபுக் குணத் தொடர்ச்சியில் ஆண் மற்றும் பெண் அமிசங்களுக்குள்ள சமத்துவத்தை விளக்க, இது பெற்றோரில் ஒவ்வொருவரும் அவர்களுடைய சேய்க்கு ஒவ்வொரு வகை ஜீனிலும் ஒன்றைக் கொடுக்கின்றனர் என்று கருதிக் கொள்ள வேண்டுமென்று மெண்டல் நினைத்தார். அது அப்படித்தான் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில், இரண்டு பெற்றோர்களுடைய பண்புகளும் இரண்டாவது கலப்பினச்

சந்ததியில் மீண்டும் தோன்றுகின்றன ஆனால் அது எவ்வாறு நிகழ்கிறது? ஆண், மற்றும் பெண் என இரண்டு இனப்பெருக்க செல்கள் இணைவதே மிகவும் எளிதான வழியாகும். அப்போது கரு செல் பெற்றோர்களுடைய ஜீன்களின் எல்லாப் பண்புகளையும் பெற்றிருக்கும். பிறகு என்ன? பெற்றோருடைய இனப்பெருக்க செல்கள் ஒவ்வொரு வகை ஜீனிலும் ஒன்றைக் கொண்டிருந்தன. எனவே, அவர்களின் சேய் ஒவ்வொரு வகையிலும் இரண்டைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். ஆனால் அது கேலிக் கூத்தானது. சில தலைமுறைகளுக்குப் பின்பு பட்டாணிகளில் ஜீன்களைத் தவிர வேறு எதுவுமே இருக்க முடியாது.

மெண்டல் தொடர்ந்து சிந்தித்துக்கொண்டே இருந்தார்; மற்றவர்களிடமிருந்து மேலும் விலகிப் போய்ப் பேச்சையும் குறைத்துக் கொண்டார். இரவு நேரங்களில் அவர் பயங்கரக் கனவுகளுக்கு ஆளானார் ஒரு பட்டாணி ஜீன்களால் நிரப்பப்பட்ட குமிழி ஆகியது. இரண்டு பட்டாணிகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்தன. அந்த இணைப்பு மீண்டும் மீண்டும் தொடர்ந்து நடைபெற்றது. பட்டாணி ஆப்பிளின் அளவு பெரிதாகியது. விரைவிலேயே அது அறை முழுவதையும் நிரப்பியது. அது அவரை நசுக்கி விடும். அவர் தப்பிச் செல்ல வேண்டும். ஆனால், காலங்கடந்து விட்டது. அந்த ராட்சச பட்டாணி செவிடுபடுத்தும் ஒலியோடு வெடித்தது. மெண்டல் விழித்துக்கொண்டு மீண்டும் தனது பிரயாசை மிக்க சிந்தனைகளில் ஆழ்ந்தார்.

ஆனால், செல்கள் அவசியமாக இணைந்துதானாக வேண்டுமா? ஒரு வேளை அவை கருவிற்குத் தம்முடைய பொருளில் பாதியை மட்டும் கொடுக்கலாம். அப்படியானால் இரு பெற்றோர்களில் ஒவ்வொருவரும் தொடக்கத்திலிருந்தே ஜீன்களை இரட்டை இரட்டையாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். ஏன் கூடாது? மெண்டல் சிறிய கணக்கு ஒன்றைப் போட்டு, முடிவுகள் அனைத்திற்கும் முற்றிலும் தருக்க ரீதியான விளக்கத்தைக் கண்டார். இரு பெற்றோர்களில் ஒவ்வொருவரும் ஒவ்வொரு வகை ஜீனிலும் இரண்டைக் கொண்டிருக்கின்றனர் என்றும், கரு அவற்றிலிருந்து ஒன்றை மட்டுமே பெற்றுக் கொள்கிறது என்றும் கருதிக்கொள்வது

தான் தேவைப்பட்டது. இப்போது அவரால் அவருடைய முடிவுகளை விரிவாகப் பரிசீலனை செய்ய முடிந்தது.

உருண்டையான, மற்றும் அருக்கமுடைய விதைகளைக் கொண்ட பட்டாணி வகைகளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்த அவருடைய பரிசோதனைகளை நாம் மீண்டும் பார்த்து இந்தப் புதிய கோணத்தில் அவற்றைப் பரிசீலனை செய்வோம். விதைகளின் வடிவத்தை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்கள் இந்த இரண்டு வகைகளிலும் ஒரே மாதிரியாக இல்லை என்பது தெளிவு. நாம் ஆதிக்க ஜீனை (அல்லது அவை இப்போது அழைக்கப்படுவது போல ஆதிக்க அல்லீலை (Allele—அல்லில் (உயிர்மத்தின் இணை மரபுக் கீற்றின் இரட்டைப் பண்புகளில் ஒன்று) என்றே வசதிக்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது (ப—ர்).)

பெரிய எழுத்தாலும் அடங்கு ஜீனை (அடங்கு அல்லீல்) சிறிய எழுத்தாலும் குறிப்பிடுவோம். உருண்டை விதையின் அல்லீல் A என்றும் சுருக்கமுடைய விதையினுடையது a என்றும் குறிக்கப்படும். இவ்வாறு பெற்றோரில் ஒன்றின் செல் AA யையும் மற்றொறின் செல் aa யையும் கொண்டிருந்தன. அயல் கருவுறுதல் மூலம், பின்னர்க் கருவாக வளரப்போகும் செல் ஒரு A யையும், ஒரு a யையும் பெறுகிறது. ஆனால் அல்லீல் A (உருண்டை விதை) அதற்கு எதிரான a (சுருக்கமுள்ள விதை) யின்மீது முழு ஆதிக்கம் வகிப்பதால் ஒரு சேய் இரு பெற்றோர்களில் ஒரே ஒன்றின் பண்பைத்தான் காட்டும். இது மற்ற சேய்கள் அனைத்திற்கும் பொருந்தும். ஏனெனில் AA யிற்கும் aa யிற்கும் இடையான பரஸ்பர வினை a யைத் தவிர வேறு எதையும் உண்டாக்க முடியாது.

மற்றோர் எந்த ஒரு விஞ்ஞானத்தையும் போன்றே மரபியலும் தனக்கே உரிய துறைச் சொற்களைக் கொண்டுள்ளது. அது பலரை மிரட்டுகிறது. ஆனால், துறைச்சொற்களின்றி நம்மால் எதுவும் செய்ய முடியாது. மேலும் மரபியலில் குறிப்பிட்ட துறைச் சொற்கள் அவ்வளவு அதிகமாக இல்லை. குறைந்த அளவு பள்ளிக்கூட வரை கணிதத்தைவிட அதிகமான துறைச் சொற்கள் இல்லை. 'கர்ணம்', 'கிடக்கை', 'இரு சம வெட்டி' போன்ற துறைச் சொற்களைப் பயன்படுத்தாமல் வரைகணிதத்தைப் படிப்பது கடினமாக இருக்கும். ஆனால் எல்லோரும் வரைகணிதத்தைப்

படிக்கிறார்கள். மரபியலோ இன்னும் நிபுணர்களாலேயே படிக்கப்படுகிறது. எனக்கு ஒரு நண்பர் உண்டு. தத்துவார்த்தப் பௌதிகவாதியாகிய அவர் மரபியல் நூல் ஒன்றில் பின்வரும் வாக்கியத்தைப் படித்தார். 'அடங்கு அல்லீல் ஹோமோஸைகோடிக் நிலையிலிருக்கும்போது மட்டுமே மரபு வகை. தோற்ற வகையில் வெளிக்காட்டப்படுகிறது. 'சூ மந்திர காளி' என்று அவர் கருதிக்கொண்ட இது அவரை மிகவும் கவர்ந்ததால், அவர் இதை மனப்பாடம் செய்து கொண்டு வசைச் சொல்லாகப் பயன்படுத்தினார்.

பொது மக்களுக்கான விஞ்ஞானம் போன்று மாறுவேடம் பூண்ட ஒரு பாடப்புத்தகத்தைப் படிக்கும்படி ஏமாற்றப் பட்டுவிட்டோம் என்று இங்கு கருதக்கூடிய வாசகரைப் பொருத்து எனக்கு ஒரு குற்ற உணர்வு தோன்றுகிறது. ஆனால் இது ஒரு பாடப்புத்தகம் அல்ல. நான் எளிய முறையில் எழுதுவதற்கு என்னால் முடிந்தவரை முயற்சிக்கிறேன். அதனால்தான் நான் 'அதே அமிசத்தின் மற்றொரு வகையின் வெளிப்பாட்டை அடக்கும் ஒரு வகையான பொருளாயத மரபியல் அமிசம்' என்று எழுதுவதற்குப் பதிலாக 'ஆதிக்க அல்லீல்' என்று எழுதுகிறேன். முதலாவது, இரண்டாவதைவிட மோசமாக இருக்குமென்று நீங்கள் ஒப்புக் கொள்கிறீர்கள் அல்லவா?

ஆனால், எனது நண்பரை அந்த அளவு கவர்ந்த அந்த வாசகத்தை நாம் திரும்பவும் பார்த்து நமக்கு இப்போது தேவைப்படப் போகின்ற இரண்டு சொற்களைக் காண்போம் 'அல்லீல்' 'அடங்கு பண்பு' ஆகியவை என்றால் என்ன என்பது உங்களுக்கு ஏற்கனவே தெரியும். இப்போது நாம் 'ஹோமோஸைகோடிக்', 'ஹெட்ரோஸைகோடிக்' என்ற துறைச்சொற்களின் பொருளைப் புரிந்துகொள்ள முயற்சிப்போம். விநோதமான சொற்கள் பல சந்தர்ப்பங்களில் நமக்கு அறிமுகமான சிறு சொற்களைக் கொண்டு உருவாக்கப்படுகின்றன. அது அவற்றைப் புரிந்துகொண்டு நினைவு வைத்துக்கொள்ள நமக்கு உதவுகிறது. 'ஹோமோ' 'ஹெட்ரோ' என்ற சொல் முன் சேர்க்கைகள் பல சந்தர்ப்பங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றைக் கொண்ட பல சொற்கள் உங்களுக்குத் தெரியும் ('ஹோமோஜீனஸ்' (ஒரே படித்தான), 'ஹோமோலகஸ்' (ஒரே மாதிரியான) இன்னபிற)

'ஹோமோ' என்றால் ஒரேபோன்ற என்றும் ஹெட்டெரோ என்றால் வேறுபட்ட என்றும் பொருள். சைகோடிக் என்ற சொல்லைப் பொருத்தமட்டில், நீங்கள் ஓர் உயிரிலாளராக இல்லாவிட்டால், அது உங்களுக்குப் புதிதாக இருக்கும். சைகோட் என்பது, ஒரு கரு எந்தத் தொடக்க செல்லிலிருந்து உருவாகிறதோ அதன் பெயர். அது ஆண் மற்றும் பெண் இனப்பெருக்க செல்கள் இணைவதால் தோன்றுகிறது. ஒரே வகையான அல்லீல்களைக் கொண்டிருக்கும் உயிரி (அல்லது செல்) 'ஹோமோசைகோடிக்' என்றும், வெவ்வேறு வகையான அல்லீல்களைக் கொண்டிருக்கும் ஒன்று 'ஹெட்டெரோசைகோடிக் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன என்று இப்போது நான் உங்களுக்குக் கூறினால், அச்சொற்கள் உங்களுக்கு இயற்கையாக இருக்கும். மேற்கண்ட எடுத்துக்காட்டில் AA, மற்றும் aa பெற்றோர்கள் மட்டுமே 'ஹோமோசைகோடிக்' ஆக இருந்தன. அவற்றின் கலப்பின Aa சந்ததிகள் 'ஹெட்ரோசைகோடிக்' ஆக இருந்தன. 'மரபு வகை', மற்றும் 'தோற்ற வகை' இவற்றைப் பொருத்த மட்டில் இவை மரபுத் துகள்கள் அல்லது அமிசங்களின் (ஜீன்களின்) கலவையையும், புறப்பண்புகளின் ஒட்டுமொத்தத்தையும் குறிக்கும்.

இப்போது மூளையை வருத்தும் அந்த வாசகம் தெளிவாக உள்ளது. சுருக்கமுள்ள விதைகளுக்கான ஜீன் Aa செடிகளில், அவற்றின் கண்கூடாகத் தெரியும் பண்புகளில் ஏன் வெளிப்பாடு அடையவில்லை என்பதை அது துல்லியமாக விளக்குகிறது.

மெண்டலாலேயே புரிந்துகொள்ளப்பட்டபடி அவருடைய முதல் விதியின் விளக்கம் இவ்வளவுதான். ஆதிக்கம் எப்போதும் முழுமையாக இருப்பதில்லை என்பதையும் நாம் கூறிவிட வேண்டும். சிகப்பு மற்றும் வெள்ளைப் பூக்களைக் கொண்ட அந்திமந்தாரைச் செடிகளைக் (மிராபிலிஸ் ஜலபா (Mirabilis jalapa) கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யும்போது அவற்றின் பலதரப்பட்ட சந்ததி இளம் சிகப்பு நிறத்தை உடையதாக இருக்கிறது. இது மெண்டலின் முதல் விதிக்கு முரணாக இல்லை. ஏனெனில் அது, முதற் சந்ததியின் கலப்பினச் செடிகள் அனைத்தும் ஒரேமாதிரியாக இருக்குமென்று கூறுகிறது. அது எப்போதும் நடை

பெறுகிறது. ஆனால் கலப்பினச் செடிகள் அவற்றினுடைய பெற்றோர்களை எப்போதும் முழுமையாக ஒத்திருப்பதில்லை.

கலப்பினச் செடிகளின் இரண்டாவது சந்ததியைப் பற்றி கூறும் இரண்டாவது விதியை இப்போது நாம் எடுத்துக் கொள்வோம். முதற்சந்ததியின் பலதரப்பட்ட கலப்பினச் செடிகளைத் தன்மகந்தச் சேர்க்கை அடையச் செய்தால் என்ன எதிர்பார்க்கலாம் என்பதை இப்போது காண்போம். தன்மகரந்தச் சேர்க்கையைப் பொருத்து இரண்டு பெற்றோர்கள் என்ற விஷயத்திற்கு இடமில்லை. ஆனால், ஆண் மற்றும் பெண் அலகுகள் இணைவதால்தான் கரு தோன்றுகிறது. அச்செடியின் எல்லாச் செல்களும் 'ஹெட்டெரோசைகளாக' (Aa) உள்ளன. எனவே, கரு ஒவ்வொரு பக்கத்திலிருந்தும் (A) அல்லது a ஐப் பெறலாம். சாத்தியமான நான்கு வெவ்வேறு வகைகளையும் நாம் பார்போம்:

தந்தை வழி A தாய்வழி a யுடன் இணைந்து Aa யை உண்டாக்குகிறது;

தந்தை வழி A தாய் வழி A யுடன் இணைந்து AA யை உண்டாக்குகிறது;

தந்தை வழி a தாய் வழி a யுடன் இணைந்து aa யை உண்டாக்குகிறது;

தந்தை வழி a தாய்வழி A யுடன் இணைந்து aA யை உண்டாக்குகிறது.

இந்தச் சேர்க்கைகள் அனைத்திற்குமான நிகழ்தகவு சமமாக உள்ளது என்பதைக் கண்டது கடினமல்ல. எனவே, நான்கு சேய்களில் சராசரியாக இரண்டு ஹெட்டெரோசைகஸாகவும், ஒன்று ஹோமோசைகஸ் ஆதிக்கப் பண்புடனும், ஒன்று 'ஹோமோசைகஸ்' அடங்கு பண்புடனும் இருக்கும். அதாவது மெண்டலின் 1:2:1 என்ற விகிதத்தில் ஒதுக்கல் நடைபெறும். ஹெட்டெரோசைகோட்டுகள் ஆதிக்க அல்லீலை மட்டுமே வெளிக்காட்டுவதால் (இந்த 'மந்திரங்களை' நீங்கள் இப்போது எளிதாகப் புரிந்து கொள்வீர்கள் என்று நான் நம்புகிறேன்) அவை வெளிப்பார்வைக்கு (தோற்ற வகைப்படி) முற்றிலும் ஆதிக்கமுள்ள செடிகளைப் போன்றே காணப்படும். அதாவது கண்ணிற்குப் புலனாகும் பண்புகள் 3:1 என்ற விகிதத்தில்—மூன்று பங்கு உருண்

டை விதைகளுக்கு ஒரு பங்கு சுருக்கமுள்ள விதைகள்—வெளிப்படும். இதுதான் மெண்டலின் பரிசோதனைகள் அனைத்திலும் துல்லியமாகக் காணப்பட்டது. ஆனால் ஆதிக்கம் முழுமையற்றதாக இருக்கும்போது *1:2:1* என்ற விகிதத்தில் ஒதுக்கல் வெளிப்பாடு அடையும். பெற்றோர்கள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று ஒரு ஜோடிக்கு மேற்பட்ட பண்புகளில் வேறுபடும்போது பொருந்தும் மெண்டலின் மூன்றுவது விதி உள்ளது. நாம் ஏற்கனவே விவாதித்துள்ள எடுத்துக்காட்டை, அதாவது உருண்டை மஞ்சள் விதைகளையும், சுருக்கமுள்ள பச்சை விதைகளையும் கொண்ட வகைகளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வதை எடுத்துக்கொள்வோம். நிறத்திற்குக் காரணமான ஜீனை B என்ற எழுத்தால் குறித்தால், ஆதிக்க அல்லீல் (மஞ்சள் நிறம்) முன்னர் போலவே பெரிய எழுத்தாலும், அடங்கு அல்லீல் (பச்சை நிறம்) சிறிய b யாலும் குறிக்கப்படும். எனவே பெற்றோர்களின் மரபு சூத்திரம் AABB, மற்றும் aabb ஆக இருக்கும். அவை 'ஹோமோசைகஸாக' இருப்பதால், முதற்கலப்பினச் சந்ததி ஜீன்களின் எல்லா வகைகளையும் கொண்டிருந்த போதிலும் ஒரே தரப்பட்டதாக இருக்கும். கலப்பினச் சந்ததியின் மரபுச் சூத்திரத்தை இப்போது நீங்களே எழுதலாம். அது AaBb ஆக இருக்கும். ஆதிக்க அல்லீல்கள் மட்டுமே வெளிப்பாடு அடையுமாதலால், புறத் தோற்றத்தில் கலப்பினச் செடிகள் அனைத்தும் முதல் பெற்றோரையே ஒத்திருக்கும் பரிசோதனைகள் அனைத்திலும் துல்லியமாகக் காணப்பட்டது இதுதான்.

தன்மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பின்பு இரண்டாவது கலப்பினச் சந்ததியில் என்ன நேரிடுமென்பதைப் புரிந்து கொள்வது சற்று கடினமானது. கருவிற்கு எந்த 'அல்லீல்கள்' மாற்றப்படும் என்பதை நாம் முதலில் பார்ப்போம். இரண்டு பக்கத்திலும் நான்கு வகைகள் சாத்தியம்: AB, Ab, aB, ab. இவை *16* வெவ்வேறு முறைகளில் இணைய முடியும். இதை மனக்கணக்காகச் செய்வது கடினம். நான்கு வகைகளையும் மேல் வரிசையிலும் பக்க வரிசையிலும் எழுதுவோம். அவை இரண்டும் சேருமிடம் சாத்தியமான எல்லா வேறுபாடுகளையும் காட்டும். அவை பல உள்ளன. ஆனால் ஆதிக்க அல்லீல் மட்டுமே வெளிக் காட்டப்படும். ஆதலால்,

இரண்டாவது கலப்பினச் சந்ததியின் சேய்கள் நான்கு வகைகளை மட்டுமே சேர்ந்ததாக இருக்கும்.

9 உருண்டை மஞ்சள்;

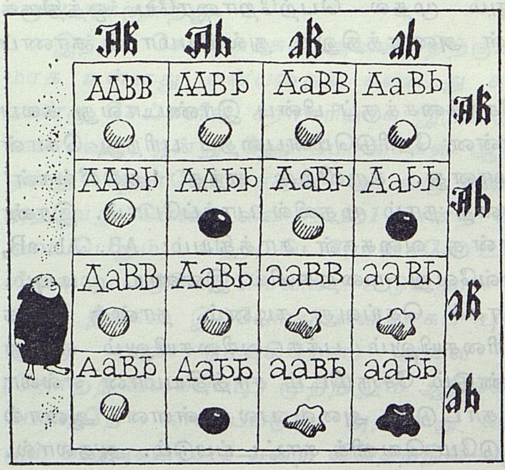
3 உருண்டை பச்சை;

3 சுருக்கமுள்ள மஞ்சள்;

1 சுருக்கமுள்ள பச்சை

வேறு வார்த்தைகளில் சொன்னால், முன்னர் ஏற்கெனவே கூறப்பட்டுள்ளது போல, இரண்டாவது சந்ததியில் நாம் *9:3:3:1* என்ற விகிதத்தில் ஒதுக்கல் நடப்பதை எதிர்பார்க்கலாம். புள்ளி விவர இயலின் விதிகளுக்கு இயைந்த சில வேறுபாடுகளுடன் இந்த விளைவுதான் துல்லியமாகக் கிடைத்தது என்பதை மட்டுமே கூற வேண்டும்.

இனப்பெருக்க செல்களில் உள்ள தனித்தனி பொருளாதாய அமிசங்கள் (ஜீன்கள்) மூலம் மரபுப் பண்புகள் மாற்றப்படுகின்றன என்று கருதிக்கொள்வதன் மூலம் மெண்டலின் விதிகள் எளிதாக விளக்கப்படுகின்றன என்பதை நீங்கள் காண்கிறீர்கள். 1865லும், மெண்டலின் விதிகள் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட 1900 லும் ஜீன்களின் இருப்பு ஒரு புனைவுகோளாகவே இருந்தது. இன்று அந்த புனைவுகோள் பல விவரங்களால் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளதுடன், ஜீன்களைப் பற்றியும் பல விவரங்கள் தெரிய வந்துள்ளன.



அதனால்தான் மெண்டலின் விதிகளைப் பற்றி எழுது வது எனக்குக் கடினமாக இருந்தது. நான் அவற்றை, மெண் டலின் காலத்திற்கு இயைந்த மட்டத்தில் கருத்தியலாக வெளியிட முயற்சி செய்தேன். இன்று அவற்றை மேலும் எளியதும் ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடியதுமான மொழியில் விவ ரிக்க முடியும். அதனால்தான் நாம் மெண்டலை ஒரு மாபெ ரும் அறிஞர் என்று அழைக்கலாம். ஏனெனில், இன்று எல்லா விஞ்ஞானிகளுக்கும் கிடைக்கக்கூடிய விவரங்கள் எது வும் தெரியாதிருந்த ஒரு காலத்தில் அவர் சகாப்தம் படைத்த தனது ஆராய்ச்சியைச் செய்தார். அவரை எவ் வளவு புகழ்ந்தாலும் தகும்.

புனித தாமஸ் குருமார் மடத்தின் தலைவர்

மெண்டல் அவருடைய கண்டுபிடிப்பை வெளியிடுவ தற்கு நீண்ட காலம் தயங்கினார். அவர் அவருடைய பரி சோதனைகளை மீண்டும் மீண்டும் திரும்பச் செய்தார்; ஒவ்வொரு முறையும் அதே முடிவுகளைப் பெற்றார். முடி வாக அவர் தீர்மானத்திற்கு வந்தார். அவர் அவரால் தோற் றுவிக்கப்பட்ட பிரான் இயற்கை வரலாற்றுக் கழகத்தில் 1865 பிப்பிரவரி 8, மார்ச் 8 தேதிகளில் 'தாவரக் கலப் பினப் பெருக்கப் பரிசோதனைகள்' என்ற ஆய்வுரையைப் படித்தார். அக்கூட்டத்தின் அறிக்கை பாதுகாத்து வைக் கப்பட்டுள்ளது. பேச்சாளரிடம் ஒரு சந்தேகங்கூடக் கேட் கப்படவில்லை என்று தெரிகிறது. அப்பட்டமாகச் சொன் னால் அவரை யாருமே புரிந்து கொள்ளவில்லை.

அவர்கள் அவரைப் புரிந்துகொள்ளாததில் வியப் பில்லை. மெண்டலின் ஆராய்ச்சி மிகவும் புதுமை புனைவ தாக இருந்தது. அவர் மரபுப் பண்புகளின் தொடர்ச்சி என்ற நிகழ்வை அன்று ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டிருந்த கருத்துகளுக்கு முற்றிலும் வேறான முறையில் விவாதித்தார். மேலும் அவரு டைய உயிரியல் ஆராய்ச்சியில் அவர் கணிதத்தை விரிவா கப் பயன்படுத்தி இருந்தார். அந்தக் காலத்தில் இது, முன் கண்டிராத ஒன்றாக இருந்தது. எனவே, அவருடைய விரி வுரையையும், பின்னர் அவருடைய கட்டுரையையும் புரிந்

துகொள்வது அவருடைய சமகாலத்தவற்கு உண்மையி லேயே கடினமாகத்தான் இருந்தது.

அதைவிடக் குறைந்த முக்கியத்துவமில்லாத மற்றொரு சந்தர்ப்பமும் நிலவியது. மெண்டல் விஞ்ஞானச் செல்வாக் கைப் பெற்றிராதது மட்டுமன்றி அவர் ஒரு முழு நேர விஞ் ஞானியாகக்கூட இருக்கவில்லை. இதே படைப்பு, பேராசி ரியர் நகேலி போன்ற ஒருவரால் எழுதப்பட்டிருந்தால், அது பலராலும் உடனடியாகப் பாராட்டப்படாது போயிருந் தாலும், அதற்கு நிச்சயமான கவனம் அளிக்கப்பட்டிருக்கும். ஏனெனில், அதன் ஆசிரியர் ஒரு புகழ் பெற்ற விஞ்ஞானி யாக இருந்திருப்பார். அது கடினமானதாக இருந்திருந்தா லும் அதைப் புரிந்துகொள்ள மக்கள் முயற்சித்திருப்பார் கள். ஆனால், அந்த ஆராய்ச்சி ஒரு சமய குருவிடமிருந்து வந்தபோது, அது இரண்டில்ஒன்றாக—ஒரு தலை சிறந்த ஆராய்ச்சி அல்லது வெறும் குப்பையாக—இருக்க வேண்டும். முதலாவதை நம்புவது கடினமாக இருந்தால், அந்த ஆராய் ச்சி கவனத்திற்கு உரியதல்ல என்று எல்லோரும் கருதினார் கள்.

மெண்டலின் கடிதங்களிலிருந்து நாம் அறிவது போல, அவர், அவரது கிராமப் புற இயற்கைவியலாளர்களின் கழக அங்கத்தினர்களைப் பெரிதாக நினைக்கவில்லை. அவர், கலப்பினப் பெருக்கப் பரிசோதனை ஆராய்ச்சிகளில் புகழ் பெற்றிருந்த பேராசிரியர் நகேலியின் ஆதரவைத் தேடினார். அப்போது என்ன நிகழ்ந்தது என்பது நமது கதையின் தொடக்கத்திலிருந்தே உங்களுக்குத் தெரிந்துள்ளது. நகேலி யின்—இவருடைய செல்வாக்கை மெண்டல் பெரிதும் மதித் தார்—அறிவுரை, அவருடைய சோதனைகளின் மேற் கொண்ட வளர்ச்சிக்குப் பாதகமாக இருந்தது.

எனினும், குற்றமனைத்தையும் நகேலியை மட்டுமே சாற்றுவது நியாயமாகாது. புனித தாமஸ் குரு மடத்தின் தலைவர் ஸிரில் நாப் 1867ஆம் ஆண்டு இலையுதிர் காலத் தில் இறந்தார். 1868ஆம் ஆண்டு வசந்த காலத்தில் மெண் டல் அவருடைய இடத்திற்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். அவர் மேல் சுமத்தப்பட்ட பொறுப்புகள் பரிசோதனைக ளுக்குப் போதுமான அவகாசத்தை அவருக்குக் கொடுக்க

வில்லை. அவருடைய கடமைகள் மேலும் அதிகமானபோது வயது அவரது உடல் நலத்தைச் சீர்குலைத்தது.

எடுத்துக்கொண்ட எதையும் கவனத்துடனும் முழுமையாகவும் செய்வது மெண்டலின் வழியாகும். எனவே, பட்டாணிகளுடன் செய்த பரிசோதனைகளில் அவர் காட்டிய அதே விடாமுயற்சியுடனும், பொறுமையுடனும் அவர் தனது புதிய கடமைகளைச் செய்தார்.

மெண்டலின் வாழ்க்கையைப் பற்றி சிலர் எழுதும்போது அதைத் துயரம் மிக்கதாகப் பல சந்தர்ப்பங்களில் வர்ணிக்கிறார்கள், மேலெழுந்த வாரியாகப் பார்க்கும்போது அது அவ்வாறுதான் தோன்றுகிறது. மேலும் அது உண்மை போல 'ஒலிக்கிறது'. அந்தச் சம்பிரதாயப்படியே அனைத்தையும் வர்ணிக்காமலிருக்க நான் பெருமுயற்சி செய்கிறேன். அவ்வாறு எழுதுவது எளிதாக இருக்கும். படிப்பதும் உங்களுக்குச் சுவையாக இருக்கும். ஆனால் விஷயங்கள் எவ்வாறு இருந்தனவோ அவ்வாறே வர்ணிக்க நாம் முயற்சிப்போம்.

மெண்டலினுடைய கண்டுபிடிப்பின் தலைவிதி உண்மையிலேயே துயரமிக்கதாக இருந்தது. ஆனால் ஒரு கண்டுபிடிப்பின் தலைவிதியும், ஒரு மனிதனின் தலைவிதியும் ஒன்றேயல்ல. மரபியல் விதிகளை ஆராய்வதை மட்டுமே வாழ்வின் கடமையாகக் கொண்ட முழு நேர விஞ்ஞானியாக மெண்டல் இருந்திருப்பாரேயானால், அவருடைய கண்டுபிடிப்பின் தலைவிதியும் அவருடைய தலைவிதியும் சமமான துயரமுள்ளவையாக இருந்திருக்கும். அவருடைய கண்டுபிடிப்பின் துயரம் அவருடைய சொந்தத் துயரமாக இருந்திருக்கும்.

ஆனால், மெண்டல் எத்துயரத்தையும் அடைந்தது போலத் தோன்றவில்லை. அவருடைய கண்டுபிடிப்பிற்கு அவர் அங்கீகாரத்தைப் பெற்றிருக்கலாம். ஆனால், அதைப் பொருத்து அவர் எதுவுமே செய்யவில்லை. ஒரே ஒரு, அதுவும் சுருக்கமான, கட்டுரையை தல சஞ்சிகையில் பிரசுரித்ததோடு அவர் நிறுத்திக் கொண்டிருக்க வேண்டாம். மேலும் விரிவான விற்பனையைக் கொண்ட சஞ்சிகைகளுக்குக் கட்டுரைகளை அனுப்பி இருக்கலாம். அவர் அவ்வாறு செய்யவில்லை. அது வெற்றி பெறவில்லையானால். அதைவிட

மேலாக அவர் அவருடைய பரிசோதனைகளையும் கோட்பாடையும் பற்றி ஒரு நூல் வெளியிட்டிருக்கலாம்; அந்தச் சமயத்தில் அவர் நல்ல நிலையில் இருந்ததால், அது எளிதாக இருந்திருக்கும். முடிவாக, உலகம் நகேலியை நம்பிக் கொண்டிருக்கவில்லை. அதிகார பூர்வமான விஞ்ஞானத்தின் பிற பெரும் பிரதிநிதிகளிடமிருந்து அவர் ஆதரவு கோரியிருக்கலாம். ஆனால், அவர் அதைப் பொருத்து எதுவுமே செய்யவில்லை.

ஏன்? ஒரு வேளை அவர் அவருடைய முடிவுகளின் சரியான தன்மையில் நம்பிக்கை வைக்கவில்லையா அல்லது அவருடைய கண்டுபிடிப்பிற்குப் பெரும் முக்கியத்துவம் எதையும் கொடுக்கவில்லையா? அவ்வாறு கூற முடியாது. மெண்டல் தான் கூறியது சரிதான் என்று முழு நம்பிக்கை கொண்டிருந்தார் என்றும், அவருடைய கண்டுபிடிப்பின் முக்கியத்துவத்தை முற்றிலும் உணர்ந்திருந்தார் என்றும் அவருடைய கட்டுரையிலிருந்தும், அவர் நகேலிக்கு எழுதிய கடிதங்களிலிருந்தும் நாம் அறிவோம். அவருடைய ஆராய்ச்சியின் அங்கீகாரம்பற்றி அவர் கவலைப்படவில்லை என்பதையே எல்லா விவரங்களும் காட்டுகின்றன.

அது உங்களுக்கு விநோதமாக இருக்கலாம்; ஆனால் வியக்கத்தக்கதல்ல. மிகச் சிறந்த ஆராய்ச்சிகளைச் செய்துகொண்டு வேறு எதையும் பற்றிக் கவலைப்படாதவர்கள் முழு நேர விஞ்ஞானிகளிடையே இன்றுகூட இருக்கிறார்கள். அனேகமாக ஒவ்வொரு நாளும் அவர்களுடைய நண்பர்கள் அவர்களைத் துளைத்தெடுக்கிறார்கள். முடிவாக நீங்கள் எப்போதுதான்ஒரு கட்டுரை எழுதப் போகிறீர்கள்? அவர்களோ சிரித்துத் தட்டிக் கழிக்கிறார்கள்: 'போங்கள், அலட்டிக் கொள்ளாதீர்கள்'. ஒரு விஞ்ஞானி அவருடைய ஆராய்ச்சியின் போக்கினாலேயே கவரப்பட்டு, புதிதாக ஒன்றைக் கண்டுபிடித்திருப்பதை உணர்ந்த போதிலும், அது அங்கீகரிக்கப்படுவது பற்றியோ, சக விஞ்ஞானிகள் என்ன கூறுகிறார்கள் என்பதைப் பற்றியோ கவலைப்படாமல் இருக்கலாம். ஏனெனில் சக விஞ்ஞானிகள் பாராட்டுவதைக் காட்டிலும் அதிகமாகக் குறை கூறுகிறார்கள். அது அவ்வளவு திருப்தியைக் கொடுப்பதில்லை. சில சமயங்களில் அது அவ்வளவு எளிதானதாக இருப்பதில்லை. சுவை மிக்க, முக்கிய

மான அடுத்த ஆராய்ச்சி செய்யப்பட வேண்டியுள்ளது. பரிசோதனைகள் எல்லாம் முடிந்த பின்பு அவை எல்லாவற்றையும் சேர்த்து நான் எழுதுவேன். முழு நேர விஞ்ஞானிகளே இப்படித்தான் நடந்து கொள்கிறார்கள், மெண்டலோ ஒரு பொழுதுபோக்கு விஞ்ஞானியாகத்தான் இருந்தார்.

மெண்டலைப் பற்றி மிகச் சில விவரங்களே எஞ்சி உள்ளன. அவற்றில் நமக்குக் கிடைத்திருப்பனவற்றிலிருந்து அவர் விரிவான பல விஷயங்களில் அக்கறை கொண்டிருந்தார் என்று தெரிகிறது. அவர் தேனீ வளர்ப்பிலும், வானிலையியலிலும் கொண்டிருந்த அக்கறை, அவர் செடிகளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வதில் கொண்டிருந்த அக்கறைக்குச் சற்றும் குறைந்ததல்ல. அப்பொருளைப் பற்றி அவர் இரண்டு கட்டுரைகள் மட்டுமே வெளியிட்ட போது, வானிலையியலைப் பற்றி ஐந்து கட்டுரைகள் வெளியிட்டார் (அவருக்குப் புகழ் தேடிக் கொடுத்த அந்தஆராய்ச்சிக்கு முன்னும், பின்னும்). தாவரங்களின் கலப்பினப் பெருக்கம் மட்டுமே வாழ்க்கை என்று அவர் கருதிக்கொள்ளவில்லை. மேலும் மெண்டல் ஒரு முழுநேர விஞ்ஞானியாக இருக்கவில்லை, தம்மை அவ்வாறு கருதிக்கொள்ளவும் இல்லை. அவர் வேறு பல விஷயங்களால் கவரப்பட்டார். கல்வி போதிப்பதை அவர் பெரிதும் நேசித்து, அநேகமாக அவருடைய ஆயுட்காலம் முழுவதுமே அதைத் தொடர்ந்தார். ஓர் ஆசிரியர் என்ற முறையிலும், பின்னர் மட அதிபர் என்ற முறையிலும் அவர் நகரத்தின் முக்கிய பிரமுகராக இருந்ததோடு பொது விவகாரங்களில்—இயற்கை விஞ்ஞானக் கழகம், மோரேவிய சட்டமன்றம்—இவைகளிலும் அவர் ஓர் அங்கத்தினராக இருந்தார்—இன்ன பிறவற்றில் தவிர்க்க முடியாதபடி பங்கு கொண்டார். நாம் எற்கெனவே அறிந்ததுபோல அவர் இவையனைத்திலும் ஆர்வமுடன் தம்மை ஈடுபடுத்திக் கொண்டார்.

அவருடைய பரிசோதனைகளைப் பொருத்த மட்டில், அவர் அவருடைய விதிகள் பொதுவான முக்கியத்துவம் உடையவை என்பதை நிரூபிப்பதற்காக, மேலும் தொடர விரும்பினார். அவர் ஹாக்வீட்களைக் கொண்டு பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார். ஆனால், அது தோல்வி அடைந்தது. தனது ஆராய்ச்சியைத் தொடர்ந்து செய்ய இவருக்குக் குறை

வான சந்தர்ப்பங்கலே கிடைத்தன. அது முற்றுப் பெறாமலே நின்று போனது.

இவை அனைத்திற்கும் மேலாக மெண்டல் ஓர் எளிய மனிதனாக இருந்தார். மனிதாபிமானமுடையது எதுவுமே அவருக்கு அந்நியமானதாக இருக்கவில்லை. ஒரு சந்நியாசியாக ஆனதனால் அவர் தனக்கென ஒரு குடும்பத்தைக் கொண்டிருக்கவில்லை. எனவே, அவர் அவரது உறவினர்கள், சக கிராமத்தவர்கள் ஆகியோரிடம் பெரும் கனிவுடையவராக இருந்தார். அவர் தனது அன்னையைப் பெரிதும் நேசித்து, அவரைத் தனது ஆயுள் காலம் வரை நினைவில் வைத்திருந்தார். தன்னுடைய சகோதரனின் கல்விக்காகத் தனது சீதனத்தின் ஒரு பங்கைத் தியாகம் செய்த அவருடைய சகோதரி தெரிஸியாவிற்கு அவர் தொடர்ந்து கடன்பட்டிருக்கவில்லை. அவர் சுயமாகச் சம்பாதிக்க ஆரம்பித்தவுடன், அவளுடைய மூன்று மகன்களையும் தன் பொறுப்பில் எடுத்துக்கொண்டு, அவர்கள் கல்வியை முடிக்கும் வரை அவர்களை ஆதரித்தார். அவர் பிறந்த கிராமம் ஒரு தீ விபத்தால் சேதப்படுத்தப்பட்ட போது, ஒரு தீ அணைப்பு நிலையம் கட்டுவதற்கு ஒரு பெருந்தொகையை அவர் அளித்தார்.

மெண்டல் அவரது சக குடிமக்களிடம் அன்பையும், மரியாதையையும் பெற்றிருந்தார். 1884 ஜனவரி 6 இல் அவர் மரணமடைந்த போது ஒரு நீண்ட ஊர்வலம் அவரது சவப்பெட்டியைத் தொடர்ந்து சென்றது. அவருடைய கல்லறையில் பல பாராட்டுகள் கூறப்பட்டன. ஆனால், விதியின் விசித்திர விளையாட்டாக இன்று நாம் அறிந்த மெண்டலைப் பற்றி, மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் விதிகளைக் கண்டுபிடித்தவரும், நவீன மரபியலுக்கு அடிக்கல் நாட்டியவரையும் பற்றிப் பேச்சாளர்களில் எவரும் எதுவும் கூறவில்லை.

பதினாறு ஆண்டுகளுக்குப் பின்

காலம் கடந்தது. விஞ்ஞானம் தவிர்க்க முடியாதபடி வளர்ச்சி அடைந்து, மெண்டலின் மறக்கப்பட்டு விட்ட படைப்பில் முன் வைக்கப்பட்ட கருத்துகளுக்கு மேன்மேலும் அருகில் வந்தது.

*1884*இல் பேராசிரியர் நகேலி பரிணாமம் பற்றி ஒரு நூலை வெளியிட்டார். அவருடைய கருத்துகளில் சில அவருடன் முன்னர் கடிதத் தொடர்பு கொண்டவரின்—அவர் அதே ஆண்டு மரணமடைந்தார்—கருத்துகளை மிகவும் ஒத்திருந்தன. ஆனால், மெண்டலின் பெயர் அதில் ஒரு முறைகூடக் குறிப்பிடப்படவில்லை. நகேலி அதைப் பற்றி மறந்திருக்க வேண்டும் அல்லது அதை எழுதுவது தேவையில்லை என்று கருதியிருக்க வேண்டும். ஆனால் நகேலியின் கோட்பாடு புதிரானதாகவும், தெளிவற்றதாகவும் இருந்தது. எனவே, அதில் மெண்டலினுடைய படைப்பின் தெளிவு இல்லை.

இதற்கிடையே, கால்நடை வளர்ப்பிலும், வேளாண்மையிலும் கலப்பினப் பெருக்க முறைகளை மேன் மேலும் விரிவாகப் பயன்படுத்துவது விவசாயத்திற்குத் தேவைப்பட்டது. இது விஞ்ஞானிகளின் கவனத்தை ஈர்த்தது இயற்கையே. *1899* ஜீலையில் ராயல் தோட்டக்கலைக் கழகம், கலப்பினப் பெருக்கம் பற்றிய ஒரு மகாநாட்டை லண்டனில் கூட்டியது. இது பின்னர் மரபியல் பற்றிய முதல் அனைத்துலகக் காங்கிரஸாகக் கருதப்பட்டது. அதில் மிகவும் சுவையான அறிக்கை ஆங்கில உயிரியலாளர் பேட்ஸனால் படிக்கப்பட்டது. அவர் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் தொடர்பற்ற தன்மை பற்றி, அதாவது மெண்டலிசத்தின் தத்துவார்த்த அடிப்படையாக இருப்பதைப் பற்றிக் கூறினார். ஆனால் மகாநாட்டில் மெண்டலின் பெயர் ஒரு முறை கூட நினைவு கூரப்படவில்லை.

பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டு முடிவடைந்துவிட்டது. மெண்டலின் விதிகள் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு, அவருடைய பங்கு ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட காலமாகிய **1900** உதயமாயிற்று. லண்டன் மகாநாட்டிற்குப் பின்பு ஓராண்டு தான் ஆகியிருந்தது. அது ஓராண்டிற்குப் பின்பு நடந்திருக்குமேயானால், மெண்டலின் பெயர் ஒவ்வொருவராலும் உச்சரிக்கப்பட்டிருக்கும். அவரது மரணத்திற்குப் பின் *16* ஆண்டுகளும், விஞ்ஞான உலகிற்குத் தனது கண்டுபிடிப்பைத் தெரியப்படுத்த பிரன் இயற்கை விஞ்ஞானக் கழகத்தில் அவர் செய்த முதல் முயற்சிக்குப் பின் *35* ஆண்டுகளும் கடந்து விட்டன என்பதைக் கவனிப்பது பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

மூன்று நாடுகளைச் சேர்ந்த மூன்று வெவ்வேறு விஞ்ஞானிகளின் மூன்று கட்டுரைகள் ஒரே ஆண்டில் ஒரே சஞ்சிகையில் பிரசுரிக்கப்பட்டன. அவற்றின் உள்ளடக்கம் 35 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு மெண்டல் கூறியதைப் பெரிதும் ஒத்திருந்தது. மூவரும் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் எண்ணியலான விதிகளைப் பற்றிக் கூறினார்கள்.

'ஜெர்மன் தாவரவியல் கழக அறிக்கைகள்' எனும் சஞ்சிகையின் ஆசிரியர்கள் 1900, மார்ச் 14இல் ஆம்ஸ்டெர்டாமிலிருந்து ஒரு பொட்டலத்தைப் பெற்றார்கள். புகழ் பெற்ற ஆலந்து தாவரவியலாளரான பேராசிரியர் ஹூயு கோ டி விரைஸினால் எழுதப்பட்ட, 'கலப்பினச் செடிகள் பிரிதலின் விதி' என்ற தலைப்புடைய கட்டுரையின் கையெழுத்துப் பிரதி இருந்தது. டி விரைஸ் தனது கண்டுபிடிப்பின் முக்கியத்துவத்தை முழுமையாக உணர்ந்திருந்ததால், ஏக காலத்தில் பாரிஸ் விஞ்ஞானப் பேரவைக்கும் ஒரு சுருக்கமான விவரத்தையும் கொடுத்திருந்தார். இரண்டு கட்டுரைகளும் விரைவில் வெளியிடப்பட்டன. பிரஞ்சுக் கட்டுரையில் மெண்டலைப் பற்றி ஒரு வார்த்தைகூடக் கூறப்படவில்லை. ஜெர்மன் கட்டுரையில் வழக்கமான பொடி எழுத்துகளில் ஓர் அடிக்குறிப்பு இருந்தது. "...இந்த முக்கியமான ஆய்வுரை (மெண்டலுடையது) மிக அபூர்வமாகவே எடுத்துக்காட்டாகக் கூறப்படுவதால், நான் எனது பரிசோதனைகளில் பெரும்பான்மையானவற்றை முடித்து, மேற்கண்ட முடிவுகளைச் சுயேச்சையாகக் கண்டு பிடித்த பின்புதான், அத்துடன் நான் பரிச்சியம் கொண்டேன்." அப்போது டி விரைஸிக்கு வயது 52. மற்றும் விஞ்ஞான வட்டாரங்களில் அவருடைய பெயர் விரிவாகத் தெரிந்திருந்தது.

ஆனால், டி விரைஸின் கட்டுரை வெளியாவதற்கு முன்னரே ஆலந்திலிருந்து அந்தக் கடிதக்கட்டு வந்ததற்கு ஏறத்தாழ ஒரு மாதத்திற்குப் பின்பு, ஆசிரியர்கள் புதிய கையெழுத்திட்ட பிரதி ஒன்றைப் பெற்றார்கள். அதனுடைய தலைப்பு முற்றிலும் வேறுபட்டதாக இருந்தது: 'வகை இடைக் கலப்பினச் செடிகளின் நடத்தை பற்றிய கிரெகார் மெண்டலின் விதிகள்'. அதை ஜெர்மனியிலிருந்த டுயூபின்ஜென் தாவரவியல் பேராசிரியரான 36 வயதுள்ள பேராசிரியர் கார்ல் கார்ரென்ஸ் அனுப்பியிருந்தார். அவருங்கூடப்

பரிசோதனைகளை முடித்த பின்புதான் அவர் மெண்டலின் ஆராய்ச்சியைப் பற்றித் தெரிந்து கொண்டார். ஆனால் அதை அவர் விளக்கமாக விவரித்தார். பொதுவாகக் கார்ரென்ஸ் மெண்டலின் கண்டுபிடிப்பை மக்களின் கலனத்திற்குக் கொண்டுவரப் பெரிதும் பாடுபட்டார். அவர்தான் முதன்முதலாக நகேலிக்கு மெண்டல் எழுதிய கடிதங்களை வெளியிட்டார்.

அதற்குச் சிறிது காலத்திற்குப் பின்பு 'பைசம் சவைடத்தில் (Pisum Savitum) செயற்கை கலப்பினச் சேர்க்கை' என்ற மூன்றாவது கட்டுரையைப் பெற்றார்கள். அதன் ஆசிரியராகிய ஆஸ்திரிய நாட்டு எரிச் ஹெர்மக்—தான் மெண்டலிசத்தை மீண்டும் கண்டுபிடித்த மூவரில் மிகவும் இளையவராவார். அவருக்கு 29 வயதான் ஆகியிருந்தது என்றாலும் அவர் உதவிப் பேராசிரியராக இருந்தார். அவருங்கூடத் தனது பரிசோதனைகளை முடித்த பின்புதான் மெண்டலின் நூலைப் படித்தார்.

இத்தகைய பொருத்தம் அசாதாரணமாகத் தோன்றலாம். ஆனால் முற்றிலும் நியாயமானதே. மெண்டல் தனது காலத்தின் விஞ்ஞானத்தைப் பெரிதும் மீறியவராக இருந்தபோது, அந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் விதிகள் கண்டுபிடிக்கப்படுவது முற்றிலும் எதிர்பார்க்கப்பட்டது. மெண்டலின் விதிகளை மீண்டும் கண்டுபிடித்ததற்கான பெருமை டி விரைஸ், கார்ரென்ஸ் மற்றும் ஹெர்மக் ஆகிய மூன்று விஞ்ஞானிகளுக்கு மட்டுமே வழக்கமாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஆனால் அது முற்றிலும் நியாயமானதல்ல. அவர்கள் செடிகளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்து கொண்டிருந்தபோது மற்றவர்கள் மிருகங்களைக் கொண்டு அதே பரிசோதனைகளைச் செய்து கொண்டிருந்தனர். இங்கிலாந்தில் பேட்ஸன் கோழிகளையும், பிரான்ஸில் எல். குயூனோ சுண்டெலிகளையும் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்து கொண்டிருந்தனர். தாவரவியலாளர்களிடமிருந்து சுயேச்சையாக அவர்களும் அதே முடிவுகளுக்கு வந்தார்கள். ஆனால் பிராணிகளுடன் செய்யப்படும் சோதனைகளுக்கு நீண்ட காலம் தேவைப்படுகிறது. எனவே, அவர்கள் தங்கள் ஆராய்ச்சிகளைச் சற்று தாமதமாகவே வெளியிட்டார்கள்.

'மீண்டும் கண்டுபிடித்தவர்கள்' மூவரும் தங்களுடைய சொந்த ஆராய்ச்சியை முடித்து பின்புதான் மெண்டலின் கட்டுரையைப் படித்ததாக எழுதியது சந்தேகத்திற்குரியதாக இருக்கவில்லையா? ஆனால், அதில் சந்தேகப்படுவதற்கு எதுவுமில்லை. அவர்களில் ஒவ்வொருவரும் வெளியிடுவதற்குத் தங்களது கட்டுரையைத் தயாரித்துக்கொண்டிருந்தபோது அத்துடன் தொடர்புடைய குறிப்பு நூல்களைப் படித்தார்கள். எனவே, கலப்பினப் பெருக்கம் பற்றிய போக்கின் நிலைபேறான படைப்பைப் பார்க்காமல் இருந்திருக்க முடியாது. அதில் மெண்டலின் கட்டுரை குறிப்பிடப் பட்டுள்ளது.

அதுதான் தொடக்கமாக இருந்தது. பல விஞ்ஞானிகள் பல்வேறு ஆராய்ச்சிப் பொருட்களைக் கொண்டு மெண்டலின் விதிகளைச் சரிபார்க்கத் தொடங்கி, எப்போதும் அவற்றை உறுதிப்படுத்தினார்கள். சில ஆண்டுகளுக்குள்ளாக மெண்டலிசம் குறித்த தடிப்பான பல நூல்கள் வெளிவந்தன. அவருடைய ஆராய்ச்சியைப் பற்றி மாணவர்களுக்குப் பாடங்கள் போதிக்கப்படத் தொடங்கினர்.

மெண்டலினுடைய கதையை முடிக்கும்போது நாம் அவர் உண்மையில் செய்தது என்ன என்பதைப் பற்றி மேலும் சில வார்த்தைகள் கூற வேண்டும். அது மிகையாகத்தோன்றலாம். ஆனால் பல சந்தர்ப்பங்களில் விஞ்ஞானிகள் எதைச் செய்யவில்லையோ, அதற்காகப் போற்றப்படுகிறார்கள். அவர்களுடைய உண்மையான பங்கு இருளிலே மறைந்து விடுகிறது. மெண்டலின் விஷயத்திலும் அதுதான் நடந்தது. அவர் முதன்மையாகச் செய்தது என்ன என்று நீங்கள் கேட்டீர்களானால், அவர் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் விதிகளைக் கண்டுபிடித்தார் என்றுதான் உங்களுக்கு அநேகமாகக் கூறப்படும். அவ்வாறுதான் பல விஞ்ஞானிகளும் நினைத்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள். ஆனால் உண்மையில் அது அவ்வாறு இல்லை.

'மெண்டலின் விதிகளைப்' பொருத்தமட்டில் அவற்றை அதற்கு முன்னதாகவே பல விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்திருந்தார்கள் என்பது இப்போது தெளிவாகிக் கொண்டிருக்கிறது. நைட் மற்றும் காயெர்ட்னெர், ஸாகெரெட் மற்றும் நாடின் ஆகியோரின் ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பின்பு மரபுக்கு

ணத்தொடர்ச்சியின் துகள் தன்மை, ஆதிக்கம், மரபுக்கு ணத் தொடர்ச்சியின் பாலினங்களின் சமத்துவம், முதற் கலப்பினச் சந்ததியின் ஒரே சீரானதன்மை,இரண்டாவது சந்ததியின் பிரிதல் ஆகியவை அனைத்தும் உண்மையில் 'மெண்டலினுடைய விதிகளின்' சாரமாக இருக்கும் உட் பொருள் அனைத்தும் அறியப்பட்டு விட்டன.

மெண்டல், மரபியல் தொடர்ச்சி விதிகளைக் கண்டுபி டித்தவர் அல்ல. ஆனால், அவருக்கு இந்தப் பெருமையை மறுக்கும்போது அதை அடப் பெரிய ஒரு கௌரவத்தை அளிக்க விரும்புகிறோம். சில உண்மைகளை எடுத்துக் கூறு வதைவிட (இதை மற்றவர்களும் செய்துள்ளார்கள்) மாபெ ரும் இரண்டு விஷயங்களை மெண்டல் செய்தார்.

அவர் தனது முன்னோடிகளை விட மிக உயர்ந்த ஒரு மட்டத்தில் பரிசோதனைகளைச் செய்தார் என்பது அவரது முதல் பங்களிப்பாகும். பொதுவான 'தோற்றத்தின்' மர புத் தொடர்ச்சியை ஆராய்வதற்குப் பதிலாகத் தனித்தனி மரபுப் பண்புகளை அவர்தான் முதன்முதலாக ஆராய்ந் தார். அவர் ஒரே ஒரு பண்பில் மட்டும் வேறுபட்ட செடிக ளுடன் தொடங்கி, படிப்படியாக உயர்கின்ற சிக்கலுடைய பரிசோதனைகளைச் செய்தார். அதனால்தான் அவருடைய பரிசோதனைகள் முற்றிலும் ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்கனவாக இருந்தன. பரிசோதனைகளின் துல்லியத்தையும், தூய்மை யையும் பொருத்து அவருக்கு முன் எவரும் அவ்வளவு கண் டிப்பாக இருந்ததில்லை என்பதையும் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

கரு முட்டையில் பொருளாயத அமிசங்கள் இரட்டை மயமாக இருந்தன என்றும், கரு பெற்றோர்கள் இருவரிட மிருந்தும் அதைப் பெறுகிறது என்றும் கூறும் அவருடைய புனைவுகோள் அவர் ஆற்றிய இரண்டாவது, முதன்மை யான பங்காகும். அது நியூட்டன் மற்றும் ஐயின்ஸ்டீனுடன் ஒப்பிடத்தக்க 'பைத்தியகாரத்தனமான கருத்தாகும்'. என வே, சிறுதுகூட உயர்வு நவிற்சி இன்றி நாம் மெண்டலை ஒரு மாமேதை என்று கூறலாம். நவீன மரபியலுக்கு மெண்ட லிசம் அடிக்கல்லாக உள்ளது. அதன்மேல் முதல் அடுக் கைக் கட்ட வேண்டிய பணி டி.எச். மார்கனுடையதாக இருந்தது. அவர், குரு மடத்தின் தோட்டத்தில் மெண்டல் அவருடைய செடிகளுடன் ஆராய்ச்சி செய்த பத்து ஆண் டுகளில் சென்ற 500 ஆண்டுகளில் உயிரியலில் சாதிக்கப்பட்ட மாபெரும் கண்டுபிடிப்பைச் செய்தார் என்று எழுதினார்.

ஈக்களும் யானைகளும்

ஒரு திரைப்படத்தில் உள்ளது போல

ஒரு மூதாட்டி, உருவமற்ற 'உயிர்ப் பொருளிலிருந்து' செல்கள் உருவாகின்றன என்ற பரபரப்பான அறிவிப்பைச் செய்தார். அவருடைய முடிவு எண்ணற்ற புகைப்படங் களால் உறுதி செய்யப்பட்டது. ஒரு படம் முற்றிலும் ஓரே சீரான பொருளைக் காட்டியது. மற்றொன்று அதனுள்ளே நுண்ணிய துகள்கள் உருவாவதைக் காட்டியது. இத்துகள் கள் அதைவிடப் பெரிய குருணைகளாக இணைந்தன. பின் னர் உயிருள்ள செல்லை ஒத்த ஒன்றைக் காண முடிந்தது. முடிவாக, எல்லாப் பகுதிகளையும் கொண்டு ஓர் உண்மை யான செல் தோன்றியது.

கேலிக்கூத்தா? ஆனால், அவருடைய முடிவு உண்மை யான புகைப்படங்களின் அடிப்படையில் அமைந்திருந்தது. எனினும், இதன் விளக்கம் மிகவும் எளிதானது. புகைப்ப டங்கள், புத்தகத்தில் கொடுக்கப்பட்டிருப்பதைப் போலன்றி அதற்கு எதிர்த்திசையில் பரிசீலனை செய்யப்பட்டால் இற ந்துகொண்டிருக்கும் ஒரு செல்லின் சீர் குலைவு பற்றிய வழக் கமான படத்தை நாம் காணலாம். மதிப்பிற்குரிய அந்த மூதாட்டி எண்ணற்ற புகைப்படங்களை எடுத்தார். பின்னர் பயனற்ற ஆசையால் உந்தப்பட்டு அவற்றைத் தவறாக அடுக்கினார்.

இது ஓர் அறிமுகமான விளைவாகும். ஒரு திரைப்படத் தைப் பின்னோக்கி இயக்கினால், நீங்கள் பல அற்புதங் களைக் காணலாம்: ஒரு ரயில்வே எஞ்சினின் புகைபோக் கியினுள் புகை இழுத்துக் கொள்ளப்படும்; ஒரு தோட்டா குறிப்பலகையிலிருந்து கிளம்பிக் கைத்துப்பாக்கியின் குழ லிற்குள் செல்லும்; காற்று அலைகள் பூவிழ்களை ஒரு பொதுவான புள்ளியை நோக்கி அடித்துச் செல்லும், அவை பூவாக இணையும்; பூ மொட்டாகும்.

ஆனால், திரைப்படத்தைச் சரியாக இயக்கினால் நீங்கள் எந்த அற்புதங்களையும் காண்பதில்லை. அதற்கு மாறாக, மொட்டு மெதுவாக ஓர் அழகிய மலராக மாறுகிறது. அதன் வழியில் இதுவும் ஓர் அற்புதந்தான். சில மணி நேரங்கள் அல்லது நாட்கள் எடுத்துக்கொள்ளும் ஒரு நிகழ்ச்சி சில கணங்களில் நம் கண் முன்னே ஓடுகிறது. இந்த அற்புதம், மெல்ல இயக்கப் படமெடுத்தல் எனும் எளிய முறை மூலம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

உயிருள்ள செல்கள் எங்கிருந்து வருகின்றன? அவற்றினுடைய வாழ்க்கை வட்டத்தின்போது அவை என்ன மாற்றங்களை அடைகின்றன? இதைவிட எளிதானதாக வேறு என்ன இருக்க முடியும்? அவற்றை ஒரு மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் நோக்குங்கள். ஒரு செல்லின் வாழ்க்கை வட்டம் பல மணி நேரங்களோ, சில நாட்களோ நீடிக்கலாம் என்பது உண்மையே. ஆனால், நாம் இப்போது கூறிய மெல்ல இயக்கத் திரைப் படங்களில் ஒரு மொட்டு வெடிப்பதைக் காண்பிப்பது போன்றே ஒரு செல்லின் வாழ்க்கையைச் சில நிமிடங்களில் காண்பிக்க முடியும்.

துரதிர்ஷ்டவசமாக, அது மேலெழுந்தவாரியாகப் பார்க்கும்போது தோன்றுவதைப் போன்று அவ்வளவு எளிதல்ல. செல்லினுடைய அமைப்பின் மிக நுண்ணிய விவரத்தைக் கூடப் பரிசீலனை செய்வதும், அவற்றின் வாழ்க்கையைத் திரைப்படமாக எடுப்பதுங்கூடத் தற்காலத்தில் சாத்தியமே. ஆனால், இது விஞ்ஞானத்தின் மிக சமீபகாலச் சாதனைகளில் ஒன்றாகும். ஆனால், நூறாண்டுகளுக்கு முன்னே, உயிருள்ள செல்லைப் பற்றிய அறிவு அதன் குழந்தைப் பருவத்தில் இருந்தபோது விஞ்ஞானிகள் வசம் மிகவும் தொன்மைக்கால மைக்ரோஸ்கோப்புகளே கிடைத்தன.

ஒரு சாதரண மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் நாம் ஓர் உயிருள்ள செல்லைப் பார்த்தால், அதில் நாம் எதையும் காண்பதில்லை. செல் பார்வைக்குச் சூன்யமாக, உள் அமைப்பு எதுவுமற்ற குமிழியாகத் தோன்றுகிறது. அது ஏன் அப்படி?

முற்றிலும் மாறுபட்ட பல்வேறு அங்கங்களும் வெவ்வேறு வகையில் ஒளியை ஈர்த்துக்கொள்வதாலேயே நாம் நம்மைச் சுற்றியுள்ள பிரகாசமான வண்ணமுடைய வேறு

பாடுடைய உலகைக் காண்கிறோம். ஒரு கண்ணாடி பார்வைக்குத் தெரியக்கூடிய எல்லாக் கதிர்களையும் ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதிக்கிறது. எனவே, புதிதாகக் கழுவப்பட்ட சன்னல் கண்ணாடியை நாம் பார்க்க முடிவதில்லை. சில சமயங்களில் கண்ணாடிக்கு வெள்ளை வர்ணம் பூசப்படுகிறது (எடுக்காட்டாகப் பொதுக் குளியலறைகள்). அப்போது நாம் கண்ணாடியைத் தெளிவாகக் காண்கிறோம்; அல்லது சொல்லப் போனால் நாம் கண்ணாடியையே பார்ப்பதில்லை. ஆனால், அது எங்கிருக்கிறது, அது எவ்வளவு பெரிதாக இருக்கிறது, அது என்ன வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கிறது என்பதைத் தெளிவாகக் காண்கிறோம். வண்ணக் கண்ணாடி முற்றிலும் சுத்தமாக இருந்தபோதிலும் தெளிவாகத் தெரிகிறது. ஏனெனில், அது ஒளியின் எல்லாக் கதிர்களையும் தன்னூடு செல்ல அனுமதிப்பதில்லை.

ஓர் உயிருள்ள செல்லின் எல்லாப் பாகங்களும் சமமான ஒளி ஊடுறுவும் தன்மை உடையனவாக இருப்பதால், அதன் உள்ளமைப்பை நம்மால் காண இயலவில்லை. நாம் என்ன செய்வது? செல் முழுவதற்குமோ நமது கவனத்திற்குரிய பகுதிகளுக்கோ வண்ணமேற்றி, கண்ணாடியைப் போல அதையும் உண்ணமுடையதாகச் செய்யலாம்.

செல்களின் உள் அமைப்பைப் பரிசீலனை செய்வதற்கு அண்மைக் காலம் வரை தெரிந்த ஒரே வழி அதுதான். மற்றும் மைக்ரோஸ்கோப்புகளுக்குத் தேவையான சிலைடுகளைத் தயாரிக்கும் முறை மிகவும் சிக்கலானதாக இருந்தது.

வெளியிலிருந்து அந்நியப் பொருள்களால் ஊடுருவப்படுவதை உயிருள்ள செல் எதிர்க்கிறது. எனவே, அதன் அமைப்பைக் கவனமாகப் பாதுகாத்துக் கொண்டே, அதைக் கொன்றுதான் ஆக வேண்டும். அதற்கு நாம் பல்வேறு பொருள்களின் (சில சமயங்களில் ஆஸ்மிக் அமிலம் போன்ற அபூர்வமான மற்றும் விலையுயர்ந்த—இதன் விலை தங்கத்தைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு அதிகமானது—பொருள்களின்) கலவையைப் பயன்படுத்துகிறோம். இவ்வாறு செல்லைக் கொல்லும் கிரியைக்கு நிலைப்படுத்தல் என்று பெயர். இதைத் தொடர்ந்து ஒரு நீண்ட மற்றும் பிரயாசை மிக்க கிரியை நடைபெறுகிறது. அதன்போது, பிராணி அல்லது தாவரப் பொருளின் நிலைப்படுத்தப்பட்ட திசு ஒன்றன்

பின் ஒன்றாகப் பல திரவங்களில் குறிப்பிட்ட நேரம் ஊற வைக்கப்படுகிறது. பின்னர் இத்தயாரிப்பு உருக்கிய பார பின் மெழுகில் முழுமையாக நிரப்பப்படும் வரையில் மூழ்க வைக்கப்படுகிறது.

சிலைடுகளைத் தயாரிப்பதில் மிகவும் பொறுப்பு மிக்க செயல்முறை பின்னர் வருகிறது. மாதிரிப் பொருளைத் தன் னுள் அடக்கிய மெழுகுத் துண்டு ஒரு மில்லி மீட்டரில் சில ஆயிரம் மடங்கு தடிமனுடைய மெல்லிய முற்றிலும் சம மான வில்லைகளாக வெட்டப்படுகிறது. அதைக் கையினால் செய்வது முற்றிலும் சாத்தியமற்றதாகும். ஆனால், வில் லைகளைத் தயாரிப்பதற்கு மைக்ரோடோம்கள் என்ற விசேஷக் கருவிகள் உள்ளன. ஆனால், ஒரு நல்ல சிலேடைப் பெறுவதற்கு ஒரு மைக்ரோடோம் இருந்தால் மட்டும் போதாது. மாதிரிப் பொருள் மெழுகில் சரியாகப் பதிக் கப்படாவிட்டாலோ, கத்தி மழுங்கி இருந்தாலோ, மைக் ரோடோம் சரியாக இயங்காதிருந்தாலோ, மெழுகு நசுக் கப்பட்டு, உடைக்கப்படும். பரிசோதனை தோல்வி அடையும்.

முடிவாக, சிலைடு தயாரிக்கப்பட்ட பின்பு (மாதிரிப் பொருளில் பெரும்பகுதி வீணாகிறது என்பது உண்மையே) அதற்கு வண்ணமேற்றப்பட வேண்டும். அதற்காக, நாம் இரண்டு தத்துவங்களின் அடிப்படையில் செயல்படும் பல் வேறு சாயங்களைப் பயன்படுத்துகிறோம். அவற்றில் சில, தகுதியான பகுதிகளை ஊடுறுவிச் சென்று அவற்றை உண் மையிலேயே வண்ணமடையச் செய்கின்றன. இதை உண் ணக் கண்ணாடிக்கு ஒப்பிடலாம்: மற்றவை புறப்பரப்பிலே ஈர்க்கப்படுகின்றன (வண்ணம் பூசிய ஜன்னலைப் போல). வண்ணமேற்றுதல் நீள்சதுரமான கண்ணாடித் துண்டுகள் மீது செய்யப்படுகிறது. மிகவும் மெல்லிய வில்லைகள் அவ ற்றின் மீது வைக்கப்படுகின்றன. முதலில் ஒரு விசேஷ முறை மூலம் மெழுகு அகற்றப்படுகிறது. பின்னர் சாயம் கொடுக் கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் கரைப்பானைப் பன்முறை மாற்ற வேண்டியிருக்கும். அதைத் தொடர்ந்து வேறுபடுத் தலும், சாயம் நீக்குதலும் நடைபெறுகிறது. இதில் ஒவ் வொரு செயல்முறைக்கும் ஒரு திரவம் தேவைப்படுகிறது. அவை, மிகுந்த பிரயாசத்துடன் தயாரிக்கப்பட்ட வில்லை களை அடித்துக் கொண்டு போய்விடலாம். முடிவாகச் சாய

மேற்றப்பட வில்லை, ஒளி ஊடுறுவும் ரோசனத்தில் இரண்டு கண்ணாடித் துண்டுகளிடையே வைக்கப்படுகிறது. ரோசனம் உலர்ந்த பின்பு மாதிரிப் பொருள் மைக்ரோஸ்கோப்பினால் பரிசீலனை செய்வதற்கு தயாராகிறது. இச்செயல் முறைக்குக் குறைந்த பட்சம் சில நாட்களாவது, சில சமயங்களில் வாரங்களாவது ஆகும்.

உண்மையில் அநுபவம் மிக்க ஆராய்ச்சியாளர் நல்ல சிலைடுகளைத் தயாரிக்கிறார் என்பதுடன் செயல்முறையில் எதுவும் அவற்றைக் கண்ணாடித் துண்டிலிருந்து அடித்துச் செல்வதில்லை. ஆனால், அதற்கு நீண்ட பயிற்சி வேண்டும்.

கொல்லப்பட்ட செல்களின் தனித்தனி சிலைடுகளிலிருந்து ஒரு திரைப்படத்தைத் தயாரிக்க முடியாது என்று தோன்றக்கூடும். ஆனால் அது உண்மையா? ஏனெனில், உண்மையான திரைப்படங்களில்கூட உண்மையான இயக்கம் இல்லை. விரைவாக ஒன்றையொன்று தொடர்ந்து வரும் தனித்தனி இயக்கமற்ற படங்கள் (பிரேம்கள்) இயக்க உணர்வை நமக்குக் கொடுக்கின்றன. அல்லது பிட்ஸ்ராப்பின் அற்புதமான கேலிச்சித்திரங்களை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். அவை ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைக்கப்படும்போது நமக்கு ஒரு முழுக்கதையையே கூறுகின்றன.

ஆனால் அத்தகைய படங்களின் ஒரு தொடர் கலந்து போய்க் குழம்பிப் போனால் என்ன செய்வது? சிறிய முயற்சி செய்து விரைவில் அவற்றைச் சரியான வரிசையில் அடுக்கி விடுகிறோம். அதைத்தான் செல் இயலாளர்கள் செய்து கொண்டுவந்தார்கள். அவர்கள் செல்களைக் கொன்றார்கள், சிலைடுகளைத் தயாரித்தாகள், அவற்றிற்கு சாயமேற்றினார்கள்; மைக்ரோஸ்கோப்பிற்கான கண்ணாடித் துண்டுகளைத் தயாரித்தார்கள்; பின்னர் வாழ்க்கை வட்டத்தின் வெவ்வேறு கட்டங்களிலிருந்த செல்களைத் தேடிக் கண்டுபிடித்தார்கள், அவற்றை ஒன்றோடொன்று ஒப்பிட்டுப் பார்த்து, ஒரு படம் மற்றொன்றைத் தொடர்வதில் சரியான வரிசையை நிர்ணயிக்க முயற்சித்தார்கள். அது செய்வதற்கு அவ்வளவு கடினமானதல்ல. அந்த மூதாட்டியைப் பற்றிய கதையை ஓர் அபூர்வமான விந்தையாகவே இந்த அத்தியாயத்தின் தொடக்கத்தில் நான் நினைவு படுத்திக் கொண்டேன்.

குரோமோசோம்களின் நடனம்

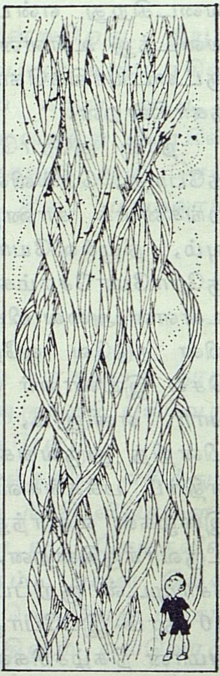
செல் நியூக்ளியஸில் காணப்படும் நூல் இழை போன்ற அங்கங்களும், பல சாயங்களால் எளிதில் வண்ணமேற்றப் படுபவையும் ஆன குரோமோசோம்களால் (அவற்றின் பெய ருக்கு அதுவே காரணம்: கிரேக்க மொழியில் குரோமோ என்றால் வண்ணம்; சோமோ என்றால் அங்கம்) மரக்குணத் தொடர்ச்சி எனும் நிகழ்வில், தனிச் சிறப்பான பங்கு வகிக் கப்படுகிறது. அவற்றைக் கண்டுபிடித்துதது யார்? அவற்றின் முக்கியத்துவத்தை முதன்முதலாகச் சுட்டிக்காட்டியது யார்? இதற்கு விடையளிப்பது கடினம்.

அவற்றிற்கு குரோமோசோம்கள் என்ற பெயர் வால் டெயரினால் சூட்டப்பட்டது; ஆனால் அவருக்கு முன்னரே அவற்றைப்பற்றித் தெரிந்திருந்தது. சென்ற நூற்றாண்டின் இடைப்பகுதியில் மற்ற அனைவருக்கும் முன்னதாக ஹாப் மீஸ்டர், செல் வட்டத்தில் வெவ்வேறு கட்டங்களின் உண் மையான வரிசையை நிர்ணயித்தார். ஆனால் அதிலிருந்து தகுந்த முடிவுகளைப் பெறத் தவறிவிட்டார். உயிருள்ள செல்லைப் பற்றிய நவீனக் கோட்பாட்டின் அடிப்படைகள், அந்த நூற்றாண்டின் கடைசிக் கால் பகுதியில் ஸ்டார்ஸ் பர்கர், மற்றும் சிஸ்தியாகோவ், பிளமிங், மற்றும் நவா ஷின், ஹொட்விக், பெரெமெஸ்கோ, வால்டெயர், புச்லி இன்ன பிறரின் ஆராய்ச்சியால் உருவாக்கப்பட்டன. அவர் கள் உண்மையான விஞ்ஞானிகளாக இருந்தால், இதில் யார் முதல் என்று ‘டுவிடில்டம்மையும் டுவிடில்யையும்’ (Tweedledum and Tweedledee—திரித்துக் காணமுடியாத ஒரேவகை இருபொருள்களைக் குறிப்பிடும் வழக்கு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.—ப.-ர்) செய்துகொள் ளவில்லை. அந்தப் பொதுவான கிரியையில் ஒவ்வொருவரும் ஒரு விவரத்தைத் தெளிவு படுத்தினார்கள். இத்துண்டான விவரங்களிலிருந்து சிறிது சிறிதாகத் தெளிவான ஒரு படி வம் உருவாயிற்று. மெண்டல் தனது வரலாற்றுப் புகழ்மிக்க கட்டுரையை எழுதியதற்குப் பின்னரே இவையனைத்தும் நடைபெற்றன என்பதை மீண்டும் ஒரு முறை கூறியாக வேண்டும்.

எனினும், தனிப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளின் போக்கை நாம் பின் தொடரத் தேவையில்லை. ஏனெனில், நாம் ஒரு நூற்றாண்டிற்குப் பின்னர் வாழ்கிறோம். ஒரு நாற்காலியில் வசதியாக உட்கார்ந்துகொண்டு, செல்லின் வாழ்க்கையைப் பற்றிய திரைப்படம் ஒன்றைக் காணலாம். ஒரு கேலிச்சித்திரத் திரைப்படத்தைப்போன்று தயாரிக்கப்பட்டதல்ல அது. இப்போது இரு பொருள்களை முரண்படுத்திக் காட்டும் மைக்கரோஸ்கோப்புகள் நம் வசம் உள்ளன. இவற்றின் மூலம் நாம் சாயமேற்றாமலேயே செல்களின் உள்ளமைப்பைக் காணலாம். அவற்றை நாம் கொல்ல வேண்டியதில்லை என்பதும், அவற்றை உயிருள்ள நிலையிலேயே நாம் காணலாம் என்பதும் இதன் பொருள். மேலும் மெல்ல ஓடும் இயக்கத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு திரைப்படத்தைத் தயாரிக்க முடியும். அத்தகைய படங்கள் இப்போது நம் வசம் உள்ளன.

நாம் விளக்கை அணைத்து விட்டு, உயிருள்ள செல் ஒன்றைத் திரையிலே காண்போம். பல்வேறு அளவுள்ள குருணைகளைக் கொண்ட, அடர்த்திமிக்க திரவத்தால்—புரோடோப்ளாசம்—நிரப்பப்பட்ட பை ஒன்றை நாம் காண்கிறோம். அக்குருணைகள் தன்மையிலும், செயலிலும் வேறுபடுகின்றன அவற்றில் இரண்டு வகைகள் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் முக்கியமானவை: மைடோகாண்ட்ரியா (Mito chondria); மைக்ரோஸோம் (Microsomes), மைடோகாண்ட்ரியா நீள்கோள வடிவையும், அடுக்கு அமைப்பையும் கொண்ட அங்கங்கள். அவை செல்லின் விசைச் சாலைகள், அவற்றில் எரிபொருள் எரிக்கப்பட்டு அதாவது ஊட்டப்பொருள்கள் ஆக்ஸீகரணிக்கப்பட்டு, அதிலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றல், எதிர்காலத்தில் வசதியாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படக்கூடிய முறையில் சேகரம் செய்யப்படுகின்றது. அதாவது அடினோஸைன்டிரை பாஸ்பாரிக் அமில மூலக்கூறுகள் (Adenosin triphosphoric) (மூலக் கூறு வடிவான இரசாயன சேமிப்பு மின்கலங்களான இவை, செல்லிற்கு எப்போது எங்கு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறதோ, அப்போது தங்கள் ஆற்றலை வெளியிடுகின்றன) உண்டாக்கப்படுகின்றன. மைக்ரோஸோம்கள் அவற்றைவிடச் சிறிய குருணைகளாகும். அவை உயிர் வாழ்வதற்கு இன்றியமை

யாத அடிப்படைப் பொருளாகிய புரத மூலக்கூறுகளைக் கட்டும் மிகச்சிறந்த நுண்ணிய இரசாயனச் சாலைகளாகும்.



ஆனால், இப்போது நாம் புரோடோப்ளாசக் குறுணைகள் பக்கம் நம் கவனத்தைத் திருப்பப்போவதில்லை. செல்லினுடைய மையத்தின் அருகே நாம் சற்றுப் பெரிய, கோள வடிவமான அமைப்பை—செல் நியூக்ளியஸை—காண்கிறோம். அது ஒரு சவ்வினால் சூழப்பட்டிருப்பதுடன், செல்லைப் போன்றே, ஓர் அடர்த்தி மிக்க திரவத்தால்—காரியோ ப்ளாசம்—நிரப்பப் பட்டுள்ளது. நியூக்ளியஸிற்குள்ளே மற்றொரு சிறிய கோள வடிவான அங்கம் — நியுக்ளியோலஸ்—உள்ளது. ஆனால், நாம் முதன்மையான அக்கறைகாட்டும் குரோமோசோம்கள் எங்கே? அவற்றை எங்குமே காண முடியவில்லை. ஆனால் அவை விரைவிலேயே திரையில் தோன்றும். இப்போது செல், ஓய்வுநிலை என்று தவறாகப் பெயரிடப்பட்ட நிலையில் உள்ளது. உண்மையில் செல்லினுள் நடைபெறும் வளர்சிதை மாற்றக் கிரியைகள் இச்சமயத்தில்தான் தீவிரமாக நடைபெறுகின்றன. குரோ மோசோம்கள், அவற்றைக் காண்பதற்கு ஓர் எலெக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப் தேவைப்படும் அளவிற்கு மெல்லிய இழைகளாக உள்ளன.

ஒரு செல் பகுப்படையத் தொடங்கும்போது, நீண்ட, மெல்லிய குரோமோசோம்கள் சுருளடைந்து தடிமனாகவும், குட்டையானதாகவும் ஆகின்றன. அப்போது அவற்றைச் சாதாரண மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் காணலாம். இப்போது அவை திரையில் தோன்றுகின்றன. தெளிவற்ற வடிவத்தைக் கொண்ட இழைகளால் நியூக்ளியஸ் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இழைகள் மிகவும் நீளமாக உள்ளன. மற்றும், ஒன்று எங்கே தொடங்குகிறது, மற்றொன்று எங்கே முடி

வடைகிறது என்பதைக் கூற முடியாத அளவிற்குச் சிக்கலடைந்து உள்ளன. அவை மேலும் தடிமனாகிக் கொண்டு, குட்டையாகிக்கொண்டு, தெளிவாகிக் கொண்டு மெதுவாக நகர்கின்றன.

நாம் குரோமோசோம்களைக் கவனித்துக்கொண்டிருந்தபோது, செல்லில் நடைபெறும் இரண்டு அடிப்படை மாற்றங்களைக் காணத் தவறி விட்டோம். நியூக்ளியஸ் சவ்வும், நியூக்ளியோலஸும் மறைந்து விட்டன. இப்போது குரோமோசோம்கள் நேரடியாகப் புரோடோப்ளாசத்தில் உள்ளன அவை மிகவும் குட்டையாகி இருக்கப்பதுடன், செல்லின் நடுவே ஒரேதளத்தில் வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. செல் இயலாளர் ஒருவர் அதை மைய தளம் என்று அழைப்பார். எனினும், நாம் இப்போது மையக்கோட்டைமட்டுமின்றித் துருவங்களையும் காண்கிறோம். செல்லில் எதிர் எதிர்ப் பக்கங்களில் உள்ள இரண்டு புள்ளிகளிலிருந்து இழைகள் வளர்ந்து நூற்புக் கற்றை போன்ற அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. இந்த இழைகள் ஒவ்வொரு குரோமோசோமுடன் குறிப்பிட்ட இடங்களில் இணைந்துள்ளன.

20 நாம் இப்போது கவனமாக இருப்போம். மிகவும் முக்கியமான நிகழ்ச்சிகளை நாம் இப்போது காணப் போகிறோம். ஆனால், அவை திரையில் எதார்த்த வாழ்விலிருப்பதைக் காட்டிலும் மிகவும் வேகமாக நடைபெறுவதால், அவை சில கணங்களிலே தோன்றி மறைந்து விடும். பாருங்கள், அடர்த்தியான கோல்களைப் போலத் தோன்றிய குரோமோசோம்கள் நீளவாக்கில் இரண்டாகப் பிளந்து எண்ணிக்கையில் இரட்டிப்பு அடைந்துவிட்டன. சகோதரக் குரோமோசோம்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருப்பதுடன் ஒரே ஒரு புள்ளியில் மட்டுமே, கற்றையின் இழைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ள அந்தப் புள்ளியில் மட்டுமே இணைந்துள்ளன. இப்போது கற்றை செயல்படத் தொடங்குகிறது. அதன் இழைகள் சுருங்கிச் சகோதரக் குரோமோசோம்களை இரண்டு எதிர் எதிர்த் துருவங்களுக்கு இழுக்கின்றன. செல்லின் எதிர் எதிர்ப் பக்கங்களில் இரண்டு குரோமோசோம் தொகுதிகள் உருவாகின்றன. அவற்றிடையே முன்னர் மையக்கோடு இருந்த இடத்தில் செல் தடுப்பு ஒன்று தோன்றுகிறது. அதன் பிறகு திரைப்படம் பின்னோக்கி

ஓடிக்கொண்டிருப்பதைப் போன்று தோன்றுகிறது. நியூக்ளியஸ் சவ்வும், நியூக்ளியோலஸூம் திரும்பவும் உண்டாகின்றன; குரோமோசோம்கள் தங்களுடைய சுருள் வட்டத் தோற்றத்தை இழந்து மெல்ல மெல்ல மறைந்து போகின்றன. நமக்கு முன்னதாக இரண்டு செல்களும் மூல செல் போல ஒன்று போலவே இருக்கின்றன. திரை மங்கலாகிறது; விளக்குகள் ஏற்றப்படுகின்றன.

பாதியாகும் கிரியை

நமது திரைப்படத்தின் இரண்டாவது பாகத்தை நாம் காண்பதற்கு முன், பகுப்படைந்துகொண்டிருக்கும் பல்வேறு செல்களின் நுண்புகைப்படங்களைக் காண்போம்.

முதலில் நாம் ஒரே மாதிரியான செல்களின் எடுத்துக் காட்டாக, மெண்டல் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி விதிகளைக் கண்டுபிடித்த பட்டாணிச் செடியினுடைய செல்களின் புகைப்படங்களை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்போம். அவை வெவ்வேறு செடிகளிலிருந்தும், ஒரு செடியின் வெவ்வேறு பாகங்களிலிருந்தும் எடுக்கப்பட்டிருந்த போதிலும் ஒவ்வொரு செல்லிலும் 14 குரோமோசோம்கள் உள்ளன. அவற்றை நாம் கவனமாகப் பரிசீலனை செய்தால், அவை ஒவ்வொன்றும் ஏழு வெவ்வேறுவகைக் குரோமோசோம்களை ஒவ்வொரு வகையிலும் இரண்டு குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளன என்பதைக் காண்போம். பட்டாணி செல்கள் அனைத்திலும் ஒரே படந்தான் காணப்படுகிறது. அவை ஒவ்வோன்றிலும் நாம், குறிப்பிட்ட நீளம், தடிமன், குழிவுகள் இருக்குமிடம், பிற அமைப்பு அமிசங்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்ட, ஏழு வகை குரோமோசோம்கள் இருப்பதைக் காணலாம்.

இப்போது நாம் பல்வேறு சிற்றினங்களின் குரோமோசோம் எண்ணை ஒப்பிடுவோம். மானிட செல்களில் 46 குரோமோசோம்களும், மக்காச் சோள செல்களில் பத்து குரோமோசோம்களும், ஹப்லோபாபஸ் கிரேஸிலிஸ் (Haplopapus gracilis) செல்களில் இரண்டே இரண்டு குரோமோசோம்களும் உள்ளன. ஒவ்வொரு சிற்றினமும் திட்டவட்

டமான குரோமோசோம் எண்ணைக் கொண்டுள்ளது. அவை எப்போதும் இரட்டைப்படையாக இருப்பதுடன் அவற்றை ஜோடிகளாகப் பிரிக்கவும் முடியும்.

அக்காரணத்தினுல் தான் செல்மரபியலாளர்கள் ஒவ்வொரு சிற்றினத்தின் செல்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை குரோமோசோம் ஜோடிகளைக் கொண்டுள்ளன என்று கூறுகிறார்கள். ஆனால் அந்த விதிக்கு ஒரு முக்கியமான விலக்கு உண்டு—அதுதான் பாலின செல்கள். இப்போது நாம் மீண்டும் விளக்கை அணைத்துவிட்டுத் திரைப் படத்தின் இரண்டாவது பாகத்தைக் காண்போம். இது பாலின செல்களின் பகுப்பையும், கருவுறுதல் என்ற நிகழ்ச்சியையும் காட்டுகிறது.

நாம் திரையில் முதல் பாகத்தில் பார்த்ததைப் போன்ற அதே செல்லைக் காண்கிறோம். ஆனால் அதனுடைய பகுப்பு, பாலின செல்கள்—அண்டங்களும், விந்துகளும்—உருவாவதில் சென்று முடியும். நாம் கண் முன்னே விரியும் கிரியை நாம் ஏற்கெனவே பார்த்ததை ஒத்திருக்கிறது. ஆனால் திரைப்படம் அதே வேகத்தில் பிடிக்கப்பட்டு ஓட்டப்பட்ட போதிலும், பகுப்பின் தொடக்க நிலை சற்று மெதுவாகவே நடைபெறுகிறது. குரோமோசோம்கள் ஏற்கெனவே தடிமனாகவும் குட்டையாகவும் ஆகிவிட்டன. ஆனால், அவை இன்னும் மையதளத்தில் அணி வகுக்கவில்லை.

அதற்குப் பதிலாக அவை ஜோடிகளாக இணைகின்றன. ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் தனது ஜோடியைத் தேடிக் கண்டுபிடிக்கிறது. அவை ஒன்றின் அருகு ஒன்றாக வந்து ஏறத்தாழ இணைந்தே விடுகின்றன. அவற்றை நாம் ஒரே முழுமையாகக் காண்கிறோம். ஆனால் சிறிது நேரத்திற்குப் பின் அவை பிரியத் தொடங்குகின்றன. ஆனால் அது சிக்கலின்றி நடைபெறுவதில்லை. குரோமோசோம்கள் விநோதமான முறையில் சிக்கலடைந்து, அவை தமது தொடர்பை அறுத்துக்கொள்ளும்போது வளையங்களை உண்டாக்குகின்றன. இதன் உண்மை என்னவென்றால், அநேகமாக எல்லாக் குரோமோசோம்களும் தொடர்பு கொண்டிருக்கும்போது தங்கள் ஜோடிகளுடன் ஒரு பகுதியைப் பரிமாற்றம் செய்துகொள்கின்றன. புதிய குரோமோசோம், பழைய குரோ

மோசோம் ஒன்றிலிருந்து 'தலையையும்; மற்றொன்றிலி ருந்து 'வாலையும்' பெறுகின்றது.

நமது கற்பனைத் திரைப்படத்தைப் (அத்தகைய திரைப் படங்கள் இருக்கத்தான் செய்கின்றன. எனவே அதை நீங்கள் உறுதியாக நம்பலாம்.) பார்த்துக்கொண்டிருக்கும் பார்வை யாளர்களிடையே பௌதிகவியலாளர்களும் இருக்கலாம். செல் பகுப்பு குறிப்பாகப் பாலின செல்களின் பகுப்பு, உயி ரியலில் ஆர்வமுள்ள பௌதிகவியலாளர்களுக்கு, இன்னும் ஆராயப்படாத மனங்கவர் துறையாகும். குரோமோசோம் களுக்கும் அவற்றின் பாகங்களுக்கும் இடையே மிகக் குறிப் பான பரஸ்பர வினைச் சக்திகள் உள்ளன. அவற்றின் தன்மை என்ன? நாம் அதை இன்னும் அறியமாட்டோம்.

செல் பகுப்பிற்கு முந்தைய கிரியை நீண்ட காலம் எடுத் துக் கொள்கிறது. அதைத் தொடர்ந்து இடைவெளி இன்றி இரண்டு பகுப்புகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நடைபெறுகின் றன. எனவே, குரோமோசோம்களுக்குப் பிரிந்து செல்ல நேரம் இல்லை. ஆகவே, இரண்டு செல் பகுப்புகளுக்கு ஒரு குரோமோசோம் பகுப்பே நடைபெறுகிறது. இவ்வாறு புதிதாகத் தோன்றிய நான்கு செல்களில் ஒவ்வொன்றும் அவ்வுயிரியின் சாதாரண செல்களில் (அங்க செல்கள்) உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் பாதியையே கொண்டுள்ளன. அங்க செல்லில் ஒவ்வொரு குரோமோ சோமும் இரண்டு (இது இரட்டை மயத் தொகுதி எனப் படும) உள்ளன. ஆனால், முதிர்ச்சியுற்ற இனப்பெருக்க செல்லில் ஒரு தொகுதிதான் (ஒற்றை மயம்) உள்ளது. இந்த விவரம் தனிப்பட்ட முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். முதிர்ச் சியுற்ற இனப்பெருக்க செல்களில் குரோமோசோம் எண் இந்த வியத்தகு முறையிலே பாதியாகாவிட்டால், உயிர் வாழ்க்கை, குறைந்த பட்சம் அதனுடைய உயிர் வகைகளா வது நமது கோளில் இருக்க முடியாது. அது ஏன் என்பது விரைவில் தெளிவாகத் தெரியும்.

செல்களின் உலகைச் சிறிது காலம் விட்டுச் செல்லு முன், கருவுறுதலின்போது என்ன நிகழ்கிறது என்று பார்ப் போம்.

தாவரங்களில் கரு உருவாவதற்கு மகரந்தம் தேவை என்று ஜோசப் கோயெல்ராய்ட்டர் இரண்டு நூற்றாண்

டுகளுக்கு முன்பு முடிவாக எடுத்துக் காட்டினார். அதற்கு ஏறத்தாழ 20 ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு இத்தாலிய இயற்கை வியலாளர் லஸாரோ ஸ்பால்லன்ஸானி பிராணிகளுக்கும் அது பொருந்தும் என்று எடுத்துக் காட்டினார். ஒரு கரு உருவாவதற்கு இழைபோன்ற விந்து செல்கள் இன்றியமை யாதவை என்று அவர் கண்டார். ஆனால், கருவுறுதலில் அவற்றின் குறிப்பிட்ட பங்கு தெரியாமலே இருந்தது. விந்து அண்டத்தை ஊக்குவித்து அதைப் பகுப்படையச் செய் கிறது என்றே வழக்கமாகக் கருதப்பட்டது. சென்ற நூற் றாண்டின் இறுதியில் உண்மை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

பின்வருமாறு செயல் நிகழ்கிறது. ஒரு விந்து அண்ட செல்லை ஊடுருவிச் செல்கிறது. அப்போது அது அதனு டைய சவ்வு, கழுத்துப் பகுதி, வால் இவற்றை இழந்து விடுகிறது. ஆனால் நியூக்ளியஸ் மட்டும் தக்க வைக்கப்படு கிறது. இதன் விளைவாக இரண்டு நியூக்ளியஸ்களைக் கொண்ட ஒரு செல் உண்டாக்கப்படுகிறது. ஒரு நியூக் ளியஸ் அண்ட செல்லுக்கே உரித்தானது, மற்றொன்று விந்துவினுடையது. அவை ஒவ்வொன்றும் குரோமோசோம் களின் சகஜமான இரட்டைத் தொகுதிகளில் பாதியை யே கொண்டிருக்கின்றன என்பதை நினைவுபடுத்திக்கொள் ளலாம். பின்னர் நியூக்ளியஸ்கள் இணைகின்றன. இதன் விளைவைக் கற்பனை செய்துகொள்ளுவது கடினமல்ல. குரோமோசோம்களின் சகஜமான இரட்டைத் தொகுதிக ளைக் கொண்ட சகஜமான நியூக்ளியஸ் உண்டாகிறது. புதி தாகத் தோன்றிய செல் (இது சைகோட் (Zygote —இரு பாலணு இணைவுப் பொருள்) என அழைக்கப்படுகிறது என்று நாம் ஏற்கனவே அறிந்துகொண்டோம்) பல முறை கள் பகுப்படைந்து கருவை உண்டாக்குகிறது. அது ஓர் உயிரியாகப் படிப்படியாக வளர்கிறது.

இவைதாம் செல் மரபியலின்—இந்த விஞ்ஞானமின்றி நவீன மரபியலைப்பற்றிச் சிந்தித்துக்கூடப் பார்க்க முடி யாது—அடிப்படை உண்மைகளாகும்.

புனைவு கோள் கோட்பாடாகிறது

நீங்கள் ஒரு கவனமுள்ள வாசகராக இருந்தால் (நீங் கள் அப்படித்தான் இருக்கிறீர்கள் என்று உறுதியாக நம்

புகிறேன்) ஓர் எண்ணம் உங்களுக்குத் தோன்றியிருக்க வேண்டும். அதாவது நான் இப்போது குரோமோசோம்களைப் பற்றிக்குறியது. மெண்டலினுடைய யூகபூர்வமான 'அமிசங்களின்'—இவை இன்று ஜீன்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன—நடத்தையை ஒத்துள்ளது. உண்மையில் ஒரு செல் இரண்டு வகை ஜீன்கைளையும், இரட்டையாகக் கொண்டுள்ளது. மெண்டலின் கோட்பாட்டில் காணப்படுவது போன்றே கரு ஒவ்வொரு வகை ஜீனிலும் ஒன்றை அதன் பெற்றோர்கள் ஒவ்வொருவரிடமிருந்தும் பெறுகிறது. எனவே, சைகோட் ஒவ்வொருவகை குரோமோசோமிலும் ஒன்றைத் தாய்வழி, மற்றும் தந்தை வழி செல்லிலிருந்து பெறுகிறது. இந்த ஒற்றுமை மிகவும் நெருக்கமாக இருப்பதால், அது தற்செயல் நிகழ்ச்சியாக இருக்க முடியாது.

இதுதான் நமது மனத்திற்குத் தோன்றுகிறது. ஆனால் சகஜமான செல் பகுப்பின்போதும், பாலின செல்களின் பகுப்பின்போதும் கருவுறுதலிலும் குரோமோசோம்களைப் பாதிக்கும் முதன்மையான நிகழ்ச்சிகள் தெளிவுபடுத்தப்பட்டபோது மெண்டலின் ஆராய்ச்சியைப் பற்றி இன்னும் எதுவும் தெளியாமலே இருந்தது. அது பிரசுரிக்கப்பட்டிருந்தது. ஆனால் அந்தக் காலத்தில் எவரும் அதைப் படித்திருக்கவில்லை.

பின்னர் ஒரு விசித்திரமான செயல் நிகழ்ந்தது. சில அறிவு கூர்மையுள்ள மக்கள், மெண்டலின் புனைவுகோளைப் பற்றி எதுவும் அறியாதிருந்தபோதிலுங்கூடக் குரோமோசோம்களின் விநோதமான நடத்தையைப் பற்றிச் சிந்தனை நடத்தையைப் பற்றிச் சிந்தனை செய்தார்கள் குரோமோசோம்களின் உள்பொருளை மறு விநியோகம் செய்யச் சிக்கலான, மிகவும் துல்லியமான செயல்முறை உயிருள்ள செல்களில் உள்ளது என்பதை அவர்கள் கண்டார்கள். ஒவ்வொரு செல்லும் சமமான எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருந்தன. சந்ததியும் அதே குரோமோசோம் எண்ணிக்கையைக் கொண்டிருந்தது. இதில் ஒரு பாதி தந்தையிடமிருந்தும் ஒரு பாதி தாயிடமிருந்தும் பெறப்பட்டது. அது இயற்கையின் வெறும் சூதாட்டமாக இருக்க முடியாது. பயணம் மிகவும் உயர்ந்ததாக இருந்தது. இச்செயல்முறை மிகவும் முக்கியமான பணியைச் செய்கிறது

என்பது வெளிப்படை. இவ்வாறு, மெண்டலின் ஆராய்ச்சியைப் பற்றி எதுவும் அறியாமலேயே அவர்கள் மரபுக்குணங்களைக் கடத்துவதில் குரோமோசோம்கள் மிக முக்கியமான ஒரு பங்கு வகிக்கின்றன என்று சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் அனுமானித்தார்கள்.

இந்தப் புனைவுகோளுக்கு ஆதரவாக வேறு சான்றுகளும் இருந்தன. மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியில் பாலினங்களின் சமத்துவம் விஞ்ஞானக் காலத்திற்கு முந்தியே தெரிந்திருந்தது. ஒரு குழந்தை சமமாக அதன் தாயைப் போலவோ, தந்தையைப் போலவோ இருக்கலாம். ஆனால் அண்ட செல்கள் பொதுவாக செல்களில் மிகப்பெரியனவற்றில் ஒன்றாகும். பெண் இனப்பெருக்க செல் (மானிடர்களின் அண்டம்) ஆணினப் பெருக்க செல்லைக் (விந்து) காட்டிலும் 80,000 மடங்கு பெரியது. பறவைகளில் இந்த வேறுபாடு மேலும் பெரிதாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, கோழியில் பெண் இனப்பெருக்க செல் ஆண் செல்லைக் காட்டிலும் ஏறத்தாழ மில்லியன் மில்லியன் மடங்கு பெரிதானதாகும்—உண்மையிலேயே நம்புதற்கரிய வேறுபாடுதான். மற்றும் நெருப்புக் கோழியின் விஷயம் என்ன? செல் அளவில் அத்தகைய வேறுபாட்டிற்கும் மரபுக்குணத்தொடர்ச்சியில் பாலினங்களின் சமத்துவம் எனும் கருத்துக்கும் இணக்கம் காண முடியவில்லை.

ஆனால், செல்களின் உள் அமைப்பைப் பற்றி நாம் மேலும் நன்கு தெரிந்துகொண்டபோது நியூக்ளியஸின் அளவு செல்லினுடையதைக் காட்டிலும் குறைவாகவே வேறுபடுகிறது என்பது தெளிவாயிற்று. எனினும், ஒரு குறிப்

பிட்ட சிற்றினத்தினுடைய செல்களில் குரோமோசோம்கள் ஒரே அளவைப் பெற்றிருந்தன. குரோமோசோம்கள்தான் 'மரபுப் பொருளாக' இருந்தன. அல்லது குறைந்த பட்சம் அப்பொருளைக் கொண்டிருந்தன என்பதற்கு அது மற்றொரு சான்றல்லவா?

இந்த விவரங்கள், மற்றும் பிற விவரங்கள் இவற்றின் அடிப்படையில் பல விஞ்ஞானிகள், மெண்டலின் புனைவுகோளைப் பற்றி அறியாதிருந்த போதிலுங்கூட, மரபுக் குணங்களின் தொடர்ச்சியில் குரோமோசோம்களின் ஜீவாதாரமான பங்கைப் பற்றி மேன்மேலும் நம்பிக்கையுடன் பேசினர். எனவே, மெண்டலின் விதிகள் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பவுடன் மெண்டலினுடைய யூகபூர்வமான 'அமிசங்கள்', மற்றும் குரோமோசோம்கள்—இவை மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியில் ஒரு பங்கு வகிப்பதாக ஏற்கனவே சந்தேகிக்கப்பட்டது—இவற்றின் நடத்தையிலிருந்த ஒற்றுமையின் பால் கவனம் ஈர்க்கப்பட்டது.

மெண்டலின் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி விதிகளையும், இனப்பெருக்க செல்கள் முதிர்ச்சி அடைவதையும் பற்றி அமெரிக்கச் சஞ்சிகையாகிய 'சயன்ஸில்' ஏற்கெனவே 1902 ஆம் ஆண்டு ஒரு கட்டுரை வெளிவந்திருந்தது. அதன் ஆசிரியர் இ.பி.வில்சன் ஆவார். இவருடைய "வளர்ச்சியிலும் மரபுரிமையிலும் செல்லின் பங்கு" எனும் மாபெரும் நூல் 1900 இல் இரண்டாம் பதிப்பாக வெளிவந்தது. வில்சன் விவரங்களுக்கு அடிகோலிவிட்டார். ஜீன்கள் நியூக்ளியஸினுடைய குரோமோசோம்களில் பொதிந்திருந்தன. மெண்டலின் கருதுகோளால் எதிர்பார்க்கப்படுவதற்கு இயைந்து குரோமோசோம்கள் ஜீன்களைத் தாங்கிச் செல்லும் சாதனங்களாக நடந்து கொள்வதால் இதற்கு அற்புதமான ஆதரவு கிடைத்தது. மெண்டலின் 'பைத்தியகாரத்தனமான புனைவுகோள்' ஒரு கோட்பாடாகி, அதன் மூலம் மரபுக் குணத்தொடர்ச்சி பற்றிய குரோமோசோம் விதி பிறந்தது.

இந்தக் கோட்பாடு, மரபியலின் வளர்ச்சிக்குப் பொருளாதாய அடிப்படையை அமைத்தது. அது அக்கோட்பாட்டின் மேன்மேலும் வளர்ச்சிக்கும் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருந்தது. இப்போது எந்த ஒரு விதியும் குரோமோசோமைப் பற்றித் தெரிந்தனவற்றிற்கு இயைந்ததாக

இருக்க வேண்டும். மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி பற்றி சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் புழக்கத்திலுருந்த யூக பூர்வமான கோட்பாடுகள் அனைத்திற்கும் இறுதி முடிவு காணப்பட்டது.

தொடக்கத்தில் அனைத்தும் சுமுகமாக நடந்தன. மெண்டலின் விதிகளும், குரோமோசோம் கோட்பாடும் பல் வேறு பண்புகளையும், உயிரிகளையும் கொண்டு செய்யப் பட்ட பரிசோதனைகளால் விதிவிலக்கின்றி ஊர்ஜிதம் செய் யப்பட்டன. ஆனால், விஞ்ஞானிகள் அனைவரும் அதை ஆதரிக்கவில்லை. விளக்குவதற்குக் கடினமான ஆட்சேப ணைகளைச் சிலர் எழுப்பினர். ஜீன்கள் ஒருவேளை குரோ மோசோம்களில் இருக்கலாம். ஆனால் குரோமோசோம் கள் ஏன் இவ்வளவு குறைவாக இருக்கின்றன? நூற்றுக்கு மேற்பட்ட குரோமோசோம்களைக் கொண்ட செல்கள் அபூர்வமான விதிவிலக்குகளாகவே இருந்தன, சாதாரண மாக செல்கள் இருபது அல்லது முப்பது குரோமோசோம் களைக் கொண்டிருந்தன. எண்ணிறந்த பண்புகளை எவ் வாறு விளக்குவது?

அக்கோட்பாட்டிற்கு முரணான உண்மைகள் வெளிப் பட்டன. சில சமயங்களில் அவ்வுண்மைகள் மெண்டலிசத் தின் ஆர்வம்மிக்க ஆதரவாளர்களாலேயே கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. மெண்டலிசத்தின் முதல் ஆதரவாளர்களில் ஒரு வரும், மெண்டலின் விதிகள் விலங்குகள் உலகிற்கும் பொருந்தும் என்று ஊர்ஜிதம் செய்தவருமான பேட்ஸன் தாவரங்களைக் கொண்டும் பரிசோதனை செய்தார். அவர் வழக்கமான பொருள்களாகிய பட்டாணிகளையே எடுத்துக் கொண்டார். அது விநோதமாகக் காணப்பட்டபோதிலுங் கூட, அதே பட்டாணிகளில் அவர் மெண்டலின் மூன்றாவது விதியிலிருந்து தீவிரமான வேறுபாட்டைக் கண்டார். பேட் ஸன், கருஞ்சிவப்புப் பூக்களையும், நீண்ட மகரந்தத்தையும் கொண்ட இனிப்புப் பட்டாணிகளைக் கலப்பினச் சேர்க் கை செய்தார். ஆனால், இரண்டாவது சந்ததியில் அவர் தனித்தொதுங்கும் பிரிவைக் காணவில்லை. எந்த ஒரு செடி யும் இந்த இரு பண்புகளையும் ஒரு சேரப் பெற்றிருக்கவில் லை. அவர் இந்த இரண்டு பண்புகளையும் ஒருசேரக் கொண்ட செடிகளைத் தொடக்கத்திலிருந்தே எடுத்துக்

கொண்ட போது அவை பிரியவில்லை. இரண்டாவது கலப்பினச் சந்ததியில் அவர் 1க்கு 3 என்ற விகிதத்தில் —மூன்று சாதாரணச் செடிகளுக்கு ஒரு கருஞ்சிவப்பு மற்றும் நிண்ட மகரந்தம் கொண்ட செடி—எளிய பிரிதலைக் கண்டார். இது மூளையைக் குழப்புவதாக இருந்தது. மெண்டலின் தத்துவங்களையும், ஜீன்கள் இருப்பதையும் சந்தேகிக்கப் படும்படி செய்ய இதுவே போதுமானதாக இருந்தது. சிலர் உண்மையிலேயே பெரிதும் சந்தேகித்தனர்.

சந்தேகவாதிகளில் ஒருவர் கொலம்பியாப் பல்கலைக் கழக விலங்கியல் பேராசிரியர் தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன் ஆவார். அவர் வயதில் ஏற்கெனவே நாற்பது ஆண்டுகளைக் —இந்த வயதில்தான் மெண்டல் தனது கண்டுபிடிப்பைச் செய்தார்—கடந்தவராக இருந்தார். ஆனால், அவர் புகழ் பெற்ற ஒரு விஞ்ஞானி ஆவார். அவருக்கும் மரபியலுக்கும் எந்த தொடர்பும் இருக்கவில்லை என்பது உண்மைதான். அவருடைய விசேஷத்துறை பரிசோதனைக் கருவியலாகும். தவளையினுடைய முட்டையின் வளர்ச்சி பற்றிய அவருடைய ஆய்வுரை அவருக்குப் பெரும்புகழை ஈட்டித் தந்திருந்தது. ஜீனின் எதார்த்தத் தன்மை பற்றி அவரைச் சுற்றியிருந்த ஆர்வம்மிக்க இளைஞர்களின் பேச்சு அவரைத் தொல்லைப்படுத்தியதால், அவர் இப்பிரச்சினைக்கு முடிவு காண்பதில் பங்கு எடுத்துக்கொள்ளத் தீர்மானித்தார். அநுபவமும், திறமையும் மிக்க ஆராய்ச்சியாளராகிய அவருக்கு அது ஒன்றும் கடினமானதாக இருக்கவில்லை.

புளிக்காடி ஈ

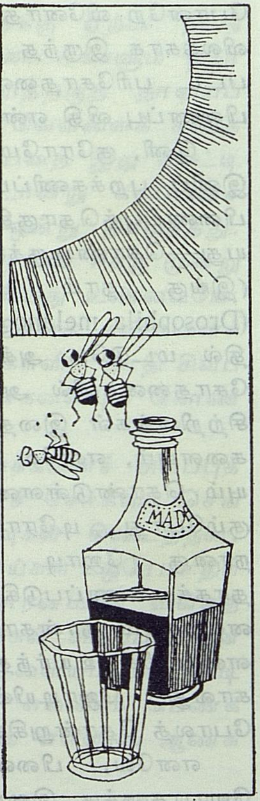
இது இங்கிலாந்தில் நடைபெற்றது. கௌரவம் மிக்க அயல் நாட்டினர் ஒருவர் தனது விருந்தாளிகளுக்கு விருந்தளித்து கொண்டிருந்தார். அவர் ஓர் அமெரிக்கராக இருந்ததால், அவர் தனது சொந்த மாநிலமாகிய விர்ஜினீயாவிலிருந்து வந்த மடீரா மதுவை விருந்தினருக்கு அளித்தார். சீசாக்கள் ஒன்றிலிருந்து மதுவை ஊற்றியபோது கண்ணாடிக் கோப்பையில் மூன்று ஈக்கள் மூழ்கிக் கிடந்தன. மூழ்கடிக்கப்பட்ட ஈக்கள். சூரியக் கதிர்களால் வெப்பமேற்

றப்படும்பொழுது உயிர் மீள்கின்றன என்று அவர் ஒரு சமயம் கேள்விப்பட்டிருந்தார். அவர் ஒரு பரிசோதனை செய்ய நினைத்தார். அவற்றைக் கண்ணாடிக் கோப்பையிலிருந்து எடுப்பதற்குப் பயன்படுத்திய அதே வடிகட்டியில் வைத்து அந்த ஈக்கள் வெயிலில் வைக்கப்பட்டன. மூன்று மணி நேரத்திற்குள்ளாக அவற்றில் இரண்டு படிப்படியாக உயிர் பெற்றன. அவை எழுந்தன. தங்கள் முன்னங்கால்களைக் கொண்டு கண்களைத் துடைத்துக் கொண்டன, தங்கள் இறக்கைகளை உதறி அவற்றைப் பின்னங்கால்களால் சுத்தம் செய்துகொண்டன, பழைய இங்கிலாந்திற்குப் புதிரான முறையிலே வந்திருப்பதைப் பற்றிச் சிறிதுகூடக் கவலைப் படாமல் காற்றிலே பறந்தன.

இது, புகழ்பெற்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானியும், ராஜீய வாதியுமான பெஞ்சமின் பிராங்லின்—ஆல் நீண்ட காலத்திற்கு முன்பு பதினெட்டாவது நூற்றாண்டில் கூறப்பட்டது. அவர் குறிப்பிட்ட அந்த ஈக்கள் தற்செயலாக மதுவில் விழுந்துவிடவில்லை. அவை மது ஈஸ்டுகளைத் திராட்சை ரசத்தில் புகுத்திஅது நொதித்தல் அடைவதற்கு உதவுகின்றன. ஒயின் புளிக்காடியாக மாறுவதற்கும் அவை உதவுகின்றன. அவை பொதுவாக புளிக்காடி ஈக்கள் என்று அழைக்கப்பட்டு வந்தன. இப்போது அவை பழ ஈக்கள் அல்லது வாழைப்பழ ஈக்கள் என்ற பெயரால் அழைக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் விஞ்ஞான ரீதியான இலத்தீன் பெயர் டிரோஸோபைலா (Drosophila) என்பதாகும்.

பிராங்லினிற்கு முன்னர் எவரேனும் டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்தார்களா என்பதை நான் அறியேன். ஆனால், பரிசோதனை ஆர்வம் மிக்க ஒரு விஞ்ஞானியால் அது மதுக்கோப்பையிலிருந்து எடுக்கப்பட்டு வெப்பமேற்றுவதற்காக வெயிலில் வைக்கப்பட்ட அந்தக் கணத்திலிருந்தே அதனுடைய ''விஞ்ஞான வாழ்க்கை'' தொடங்கி இருந்தது என்று கொண்டாலுங்கூட அது ஒரு நீண்ட வரலாறுதான். பேராசிரியர் மார்கன், தம்முடைய சொந்தக் கருத்துகளுக்கு முரணாக இருந்தவற்றைச் சரிபார்க்க டிரோஸோபைலாவைப் பயன்படுத்த முடிவு செய்ததிலிருந்து பழ ஈ ஒரு முக்கியமான ஆய்வுகூட விலங்காயிற்று.

டிரோஸோபைலாவின் மரபியலை ஆராயத் தொடங்கிய மார்கனின் குழு சிறியதாக இருந்தது. அவருடைய உதவியாளராக கால்வின் பி. பிரிட்ஜெஸ் இருந்தார். இவர் தொடக்கத்திலிருந்தே அவருக்கு உதவினார். விரைவிலேயே அவர்களுடன் இன்னும் இருவர்—எச். ஜி. முல்லர் மற்றும் ஏ.ஏச். ஸ்டர்டிவான்ட் — சேர்ந்துகொண்டனர். பல ஆண்டுகள் வரை அவர்கள் கொலம்பியாப் பல்கலைக்கழகத்தின் சிறிய ஆய்வுகூடத்தில் ஒன்ருக ஆராய்ச்சி செய்தனர்.



டிரோஸோபைலாவைத் தேர்ந்தெடுத்தது ஓர் அதிர்ஷ்டமாக இருந்தது. மிகப்பல பண்பு ஜோடிகள் மூன்றாவது விதியிலிருந்து வேறுபட்டன. பரிசோதனைகள் விரைவாக நடைபெற்றதுடன் மிகுந்த விளைவுகளையும் கொடுத்தன. அவை மூன்ருவது விதியை மறுதலிப்பதற்குப் பதிலாக, ஒருபுதிய ஒழுங்கைச் சுட்டிக்காட்டும் சான்றுகளை வெளிப்படுத்தின. மார்கன் டிரோஸோபைலாவைப் பயன்படுத்துவதென்று 1909இல் முடிவு செய்தார். 1911இன் தொடக்கத்திலேயே படிவம் தெளிவாகத் தெரிந்தது. டிரோஸோபைலாவின் பண்புகள் அனைத்தும் நான்கு தொகுதிகளாக இணைந்துள்ளன. இவற்றிற்குப் பிணைப்புத் தொகுதிகள் என்று பெயர். வெவ்வேறு தொகுதிகளைச் சேர்ந்த பண்புகளைக் கொண்ட ஈக்களைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தபோது எதிர்பார்த்தது போலவே அனைத்தும் மெண்டலின் மூன்றாவது விதிக்கு இயைந்து நடைபெற்றன. ஆனால், பண்புகள் ஒரே தொகுதியைச் சேர்ந்தவையாக இருந்தபோது அவை பேட்ஸனின் பட்டாணிப் பரிசோதனைகளில் கருஞ்சிவப்புப் பூவையும் நீண்ட மகரந்தத்தையும்

போன்றே வினோதமாக நடந்துகொண்டன. எனினும், விதி விலக்காக இருந்த ஒன்று டிரோஸோபைலாவுடன் செய்யப் பட்ட பரிசோதனைகளில் ஒரு விதியாக மாறியது. அது பிணைப்பு விதி என்று அழைக்கப்பட்டது.

இனி, குரோமோசோம்களின் விஷயம் என்ன? அவற்றை இனிப் புறக்கணிப்பதற்கில்லை. டிரோஸோபைலா நான்கு பிணைப்புத்தொகுதிகளை—மூன்று பெரியது, ஒன்று சிறி யது—கொண்டிருக்கிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது (இங்கு நாம் டிரோஸோபைலா மெலனோகாஸ்டர் (Drosophila melanogaster) எனும் ஒரு குறிப்பிட்ட சிற்றினத் தில் மட்டுமே அக்கறை கொண்டுள்ளோம். இதுவே பரி சோதனைகளில் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படுகிறது. மற்றச் சிற்றினங்கள் இதைவிட வேறுபட்ட பிணைப்புத் தொகுதி களையும், எனவே வேறுபட்ட குரோமோசோம் எண்களை யும் கொண்டுள்ளன). மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் பார்க் கும்போது டிரோஸோபைலாவின் ஒவ்வொரு செல்லும் நான்கு ஜோடி குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருப்ப தாகக் காணப்படுகிறது. மூன்று ஜோடிகள் மிகப் பெரிய னவாகவும் நான்காவது ஜோடி மிகச் சிறியதாகவும் உள் ளன. மிக உயர்ந்த அளவு பெரிதாக்கினால் கூட, நான் காவது ஜோடியின் குரோமோசோம்கள் புள்ளிகளைப் போலத் தோன்றுகின்றன.

எனவே, பிணைப்புத் தொகுதிகள் குரோமோசோம் ஜோடிகளுக்கு இயைந்து உள்ளன. அது அவ்வாறுதான் இருந்தாக வேண்டும். சில ஜீன்கள் ஒரே குரோமோசோமில் இருந்தால் அவை சந்ததியால் ஒரு சேரப் பெறப்படும். சுதந்திரமான ஒதுக்கல் எதிர்பார்க்கப்படக் கூடாது. அவ் வாறாக, குரோமோசோம் கோட்பாடு மறுதலிக்கப்படுவதற் குப் பதிலாக அற்புதமான வழியில் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டு ஒரு பெரும் முன்னேற்றம் அடைந்தது.

டிரோஸோபைலாவுடன் செய்யப்பட்ட சோதனைகளில் பல 'வியப்புகள்' காணப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக், வழக் கமாகச் சிவப்புக் கண் உடைய ஈக்களை வெள்ளைக்கண் ஈக்களுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தபோது வியத்தகு விளைவுகள் தோன்றின. சாதாரணப் பெண் ஈக்களை வெள் ளைக் கண் ஆண்களுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்த

போது, அனைத்தும் 'மெண்டலின் விதிக்கு ஏற்ப' நடந்தன. முதல் கலப்பினச் சந்ததியில் எல்லா ஈக்களும் ஒரே மாதிரியாக இருந்தன; மற்றும் பார்ப்பதற்குத் தாயைப் போல இருந்தன. 'சிவப்புக் கண்கள்', 'வெள்ளைக் கண்களைப்' பொருத்து ஆதிக்கப் பண்பு என்பதை இது காட்டியது. ஆனால் சந்ததிகளை ஒன்றோடொன்று கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தபோது வினோதமான ஒன்று நிகழ்ந்தது. *3:1* என்ற விகிதத்தில் — ஒரு வெள்ளைக்கண் ஈக்கு மூன்று சிவப்புக்கண் ஈக்கள்—நடைபெற்றது என்பது உண்மையே. ஆனால் பெண் ஈக்களில் எதுவும் வெள்ளைக் கண்களைக் கொண்டிருக்கவில்லை. ஆனால், ஆண் ஈக்களில் பாதி சிவப்புக் கண்களையும் பாதி வெள்ளைக் கண்களையும் கொண்டிருந்தன.

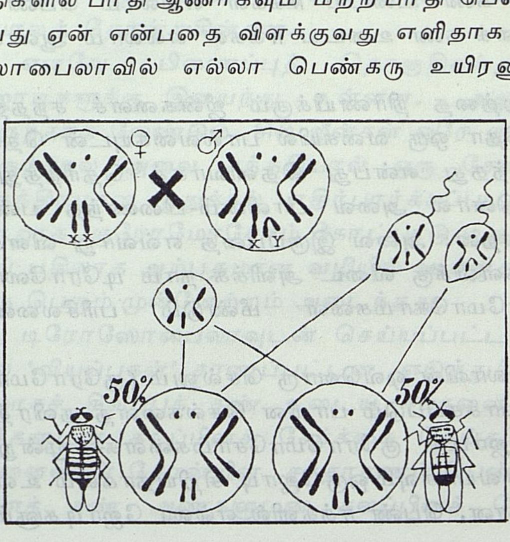
வெள்ளைக் கண் உடைய பெண் ஈக்களைச் சிவப்புக் கண் உடைய ஆண் ஈக்களுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தபோது இதைவிட வியப்பான விளைவுகள் கிடைத்தன. அப்போது முதல் சந்ததியில்கூடச் சேய்கள் ஒரேமாதிரி இருக்கவில்லை. மேலும் பிரிதல் அசாதாரனமான விகிதத்தில் — *1:1*—நடைபெற்றது. பாதி ஈக்கள் சிவப்புக் கண்களையும் பாதி ஈக்கள் வெள்ளைக் கண்களையும் கொண்டிருந்தன. சிவப்புக் கண் உடைய ஈக்கள் எல்லாம் பெண்களாகவும் வெள்ளைக் கண் உடைய ஈக்கள் எல்லாம் ஆண்களாகவும் இருந்தன.

கண்ணின் நிறத்தை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்களைச் சந்ததிகள் பெறுவது ஏதோ ஒரு வகையில் பால்வகையுடன் தொடர்பு கொண்டிருந்தது என்பது தெளிவாகத் தெரிந்தது. அந்தக் காரணத்தினால் அவை பாலினம்-பிணைந்த பண்புகள் எனப்படுகின்றன. அவை இருப்பதை எவ்வாறு விளக்குவது? அந்தக் கேள்விக்கு விடை அளிக்க நாம் டிரோஸோபைலாவின் குரோமோசோம்களை மீண்டும் பரிசீலனை செய்ய வேண்டும்.

டிரோஸோபைலாவின் ஒவ்வொரு செல்லும் (குரோமோசோம் எண் பாதியாக்கப்படும் பாலின செல்களைத் தவிரத் தான்) நான்கு ஜோடிக் குரோமோசோம்களைக்—மூன்று ஜோடிகள் பெரியவையாகவும் ஒரு ஜோடி சிறியதாகவும் உள்ளது—கொண்டுள்ளன. பெண் ஈக்களில் எல்லா ஜோடிகளும்

உண்மையான ஜோடிகளாக உள்ளன. ஆனால், ஆண் ஈக்களில் மூன்றுதான் உண்மையான ஜோடிகளாக உள்ளன. நாலாவது (எனினும் இது முதல் ஜோடி என்று அழைக்கப்படுகிறது) உருவம் ஒவ்வாத குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றில் ஒன்று, பெண் ஈக்களின் இரு குரோமோசோம்களையும் முற்றிலும் ஒத்து கோல் வடிவத்தில் உள்ளது. ஆனால், மற்றொன்று தெளிவான கொக்கி போன்ற வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது. குரோமோசோம் ஜோடிகளை எண்களால் குறிப்பதுண்டு. ஆனால், முதல் ஜோடியின் குரோமோசோம்களுக்குச் சொந்தப் பெயரும் உண்டு. கோல் போன்ற குரோமோசோம்கள்—x குரோமோசோம்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஆனால், கொக்கி போன்ற வடிவத்தைக் கொண்டவை y குரோமோசோம்கள் எனப்படுகின்றன. இந்தக் குரோமோசோம்கள் பாலின நிர்ணயத்துடன் தொடர்புடையவை என்பது தெளிவு. ஒரு குரோமோசோம் தொகுதி இரண்டு x குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருந்தால், பெண் பிறக்கிறது. ஆனால் அது ஒரு x குரோமோசோமையும் ஒரு y குரோமோசோமையும் கொண்டிருந்தால் ஆண் பிறக்கிறது.

இதன் பிறகு, பெரும்பாலான சிற்றினங்களின் சந்ததிகளில் பாதி ஆணாகவும் மற்ற பாதி பெண்ணாகவும் இருப்பது ஏன் என்பதை விளக்குவது எளிதாக இருந்தது. டிரோஸாபைலாவில் எல்லா பெண்கரு உயிரணுக்களுமே ஒன்று



போலவே இருக்கின்றன. ஆனால், விந்து பிரிவதனால் உண்டாகும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையானது வித்தியாசப்படுகிறது. பாதி x குரோமோசோமையும் பாதி y குரோமோசோமையும் கொண்டிருக்கிறது. பெண் கருமுட்டையோடு கருவுறும் விந்தணுவின் தன்மையைப் பொருத்தே ஆணோ, பெண்ணோ பிறக்கிறது.

எல்லாச் சிற்றினங்களிலும் பாலின நிர்ணயம் டிரோஸோபைலாவின் வழியிலேயே நடப்பதில்லை என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, பறவைகளில் இதற்கு எதிராக நடைபெறுகிறது. பெண் வேறுபட்ட பாலினக் குரோமோசோம்களைக் கொண்டு இருவகையான அண்ட செல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஆனால், ஆண் ஒரே மாதிரியான பால் இன குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கிறது. சிலவற்றில் ஒரு பாலினம் இரண்டு x குரோமோசோம்களையும் மற்றது y குரோமோசோம் இன்றி ஒரே ஒரு x குரோமோசோமையும் கொண்டுள்ளன. இதைவிடக் கூடச் சிக்கலானவையும் இருக்கலாம். 'மனிதனின் விஷயம் என்ன?' என்று நீங்கள் ஒரு வேளை வியக்கிறீர்களோ? நாம் அதை அறிவோம். மானிடர்களில் பால் இன நிர்ணயச் செயல்முறை டிரோஸோபைலாவில் இருப்பது போன்றே உள்ளது. ஒரு குழந்தையில் பாலினம் தந்தையிடமிருந்து பெறப்படுகிறது. எனவே, மகன் வேண்டும் என விரும்பி, ஆனால் மகளை அடைந்து அதற்குத் தங்கள் மனைவிகளைக் குறை கூறும் தந்தைகள் மரபியல் பற்றிய ஆழ்ந்த அறிவீனத்தை வெளிக்காட்டுகிறார்கள்.

நாம் இப்போது நம்முடைய சிவப்புக்கண் மற்றும் வெள்ளைக்கண் ஈக்களுக்கு மீண்டும் வருவோம். அவை கண்ணின் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்தப் பல ஜீன்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை வெவ்வேறு குரோமோசோம்களில் உள்ளன. இந்த ஜீன்களில் ஒன்றைப் பற்றித்தான் நாம் இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் ஆர்வமுடையவர்களாக இருக்கிறோம். கண்ணின் நிறத்திற்குப் பொறுப்பான ஜீன் y குரோமோசோமில் அன்றி x குரோமோசோமில்தான் இருக்கிறது என்பது, நாம் பரிசோதனைகளிலிருந்து இதுவரை அறிந்துகொண்டதிலிருந்து தெளிவாகத் தெரிகிறது. படத்தை ஒரு முறை பார்த்தால் ஏன் என்பது விளங்கும். பாலினம் பிணைந்த மரபுக்

குணங்களின் தொடர்ச்சி பற்றிய ஆராய்ச்சி, பாலினங்களி டையே உள்ள நிரந்தரமான ஒட்டுறவு எனும் புதிரை விடு வித்திருப்பதோடு மரபுக்குணத்தொடர்ச்சி பற்றிய குரோ மோசோம் கோட்பாட்டிற்கு ஒரு புதிய உறுதிப்பாட்டை அளித்துள்ளது.

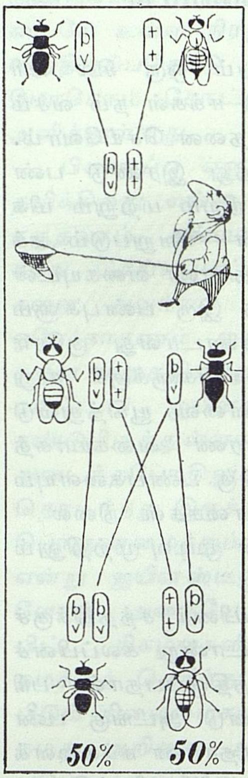
பிணைப்பு எனும் நிகழ்வு மெண்டலின் விதிகளை மறு தலிக்கிறது என்று, நாம் இதுவரை கூறியதிலிருந்து சிலர் கருதலாம். அவ்வாறு செய்வதற்கு முயற்சிகள் உண்மையா கவே செய்யப்பட்டுள்ளன. விஞ்ஞான வளர்ச்சியின் விதி களை அவர்கள் தவறாகப் புரிந்துகொண்டதே அதற்கு ஒரே காரணம். ஐயின்ஸ்டீனின் ஆராய்ச்சி நியூட்டனின் விதி களை மறுதலிக்கிறது என்று எந்தப் பௌதிகவாதியும் கூற மாட்டார். ஐயின்ஸ்டீன் மேலும் பொதுவான விதிகளைக் கண்டுபிடித்துள்ளார். ஆனால், பௌதிகம் எப்படி வளர்ச்சி அடைந்தபோதிலும் சரி நியூட்டனின் விதிகள் இருந்தன, தொடர்ந்து இருக்கும். நியூட்டனின் விதிகள் மிகவும் பெரிய பொருண்மைக்கும் குறைவான வேகத்திற்குமே பொருந்தும் என்று ஐயின்ஸ்டீனுக்குப் பிறகு நாம் அறிந்துகொண்டுள் ளோம். அதையே போன்று மெண்டலின் விதிகளும் குறிப் பிட்ட நிகழ்வுகளின் வீச்சுக்கு எப்போதும் பொருந்தும். நமக்குத் தெரிந்த விதிகளினுடைய இயக்க வீச்சிற்கு வரம் பிடும் நிலைமைகளை உறுதிப்படுத்திக் கொள்வது என்பது நமது அறிவை ஆழப்படுத்திக்கொள்வது என்று பொருள் படும். வெவ்வேறு குரோமோசோம்களில் உள்ள ஜீன்களுக்கு மெண்டலிய ஒதுக்கல் பொருந்தும். தனித்து ஒதுங்கிப் பிரி தலிலிருந்து வேறுபாடுகள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்த பின்பு நாம் அதை அறிந்துகொண்டோம். மார்கனால் நிலை நாட்டப்பட்ட பிணைப்பு விதி ஒரே ஒரு குரோமோசோமில் உள்ள ஜீன்களைப் பொருந்தது. இந்த விதியை அத்தகைய ஜீன்கள் மீறும் சந்தர்ப்பங்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சி மரபுக் குணத் தொடர்ச்சியின் புதிர்களைப் பற்றிய ஆழ்ந்த உள்ள றிவைக் கொடுத்துள்ளது. அதைப் பற்றித்தான் இப்போது நாம் பேசப் போகிறோம்.

மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் வரைபடம்

நாம் டிரோஸோபைலாவுடன் மேலும் ஒரு சில பரிசோதனைகளைச் செய்வோம். உயிருள்ள ஈக்கள் நம் வசம் இல்லாததால், நாம் காகிதத்தில் பரிசோதனை செய்வோம்.

சாதாரணமான காட்டு வகையிலிருந்து இரண்டு பண்புகளில்—கருப்பான (கருங்காலி) உடல் நிறம் மற்றும் மிகவும் குட்டையான (எச்சம்) இறக்கைகள்—வேறுபடும் ஈக்களை எடுத்துக்கொண்டு அவற்றைச் சாதாரண வகையுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வோம். இந்த இரு பண்புகளும் அடங்கு பண்புகள் என்றும் அவை இரண்டாவது குரோமோசோமில் உள்ளன என்றும் நான் உங்களுக்குக் கூறுவேனேயானால் நீங்கள் எளிதாக விளைவை யூகித்துவிடுவீர்கள். சேய்கள் அனைத்தும் சாதாரண வகையாகத் தோன்றும் ஆனால் அவை இரண்டு அடங்கு பண்புகளையும் மறைமுகமான முறையில் (ஹெட்டெரோசைகஸ் நிலை (Heterozygous state)பெற்றிருக்கும். உங்கள் முடிவு முற்றிலும் சரியானதாக இருக்கும்.

இப்போது நாம் இரண்டாவது கலப்பினச் சந்ததிக்குச் செல்வோம். கலப்பினங்களை ஒன்றோடொன்று கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தால்—ஜீன்கள் பிணைந்திருப்பதால்—பரிசோதனை *3:1* பிரிதலை அல்லது இரண்டு அடங்கு பண்புகளையும் கொண்ட ஒரு ஈக்கு மூன்று சாதாரண ஈக்களைக் கொடுக்க வேண்டும். அதுதான் உண்மையில் நிகழ்கிறது. ஆனால் இப்பரிசோதனையை வேறு ஒரு முறையிலும் செய்யலாம். கலப்பினங்களை ஒன்றோடொன்று கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யாமல் அடங்கு பண்புகளைக் கொண்ட பெற்றோர் ஒன்றுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யலாம். இதற்குப் பின்னோக்கிய கலப்பினச் சேர்க்கை அல்லது பரிசோதனைக் கலப்பினச் சேர்க்கை என்று பெயர். இது அடங்கு பண்புகள் அனைத்தையும் வெளிக் கொணர்வதால் வசதியானது. இது படத்தில் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. அது *1:1* பிரிதல் இருக்க வேண்டுமென்று தெளிவாகக் காட்டுகிறது. கலப்பினங்களால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வெவ்வேறு வகை இனப்பெருக்கச் செல்களின் விகிதாச்சாரம் அதுதான்.



அந்த வழியில்தான் பிரிதல் நடைபெற வேண்டும். நாம் கலப்பின ஆண் ஈக்களைக் கருப்பு நிறமும் குட்டை இறக்கைகளும் (எச்சவகை) கொண்ட பெண் ஈக்களுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தால் அதையே நாம் அடைவோம். ஆனால் நாம், கலப்பினப் பெண் ஈக்களையும் கருப்பு நிறமும் குட்டை இறக்கைகளையுங்கொண்ட ஆண் ஈக்களுடன் தலைகீழ் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தால் நாம் ஒரு புதிய சத விகிதத்திற்குப் பதிலாக, ஏறத்தாழப் பின் வரும் எண்ணிக்கைகளைப் பெறுவோம். சாதாரண ஈக்கள் *41* சத விகிதம் (*50*க்குப் பதிலாக), எச்ச இறக்கைகளைக் கொண்ட கருப்பு (கருங்காலி) ஈக்கள் *41* சத விகிதம் (*50*க்குப் பதிலாக), சாதாரண இறக்கைகளைக் கொண்ட எபோனி ஈக்கள் *9* சத விகிதம், எச்ச இறக்கைகளைக் கொண்ட சாதாரண நிறமுடைய ஈக்கள் *9* சத விகிதம்.

இவ்வாறு, நாம் எதை எதிர்பார்ப்போமோ அதனோடுசில அசாதாரணமான அல்லது 'அபூர்வ' பிறவிகளைப் பெறுகிறோம். நமது பரிசோதனையில் அவை ஓரளவு அதிகமாகவே உள்ளன: 18 சத விகிதம்.

கருப்பு நிறமும் எச்ச இறக்கைகளையும் கொண்ட ஈக்களுடன் பரிசோதனைகளில் மட்டுந்தான் அந்த விளைவுகள் அடையப்படுகின்றன என்பதில்லை. நாம் கலப்பினப் பெண் ஈக்களை எடுத்துக்கொண்டால், சில சமயங்களில் அதிகமாகவும் சில சமயங்களில் குறைவாகவும் 'அபூர்வங்கள்' எப்போதும் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, நாம் மஞ்சள் உடல், வெள்ளைக்கண்கள் போன்ற பண்புகளை எடுத்துக்கொண்டால், 'அபூர்வங்கள்' 1.5 சத விகிதம் இருக்கும். சில சமயங்களில் இந்தச் சத விகிதம் கணிசமானதாக

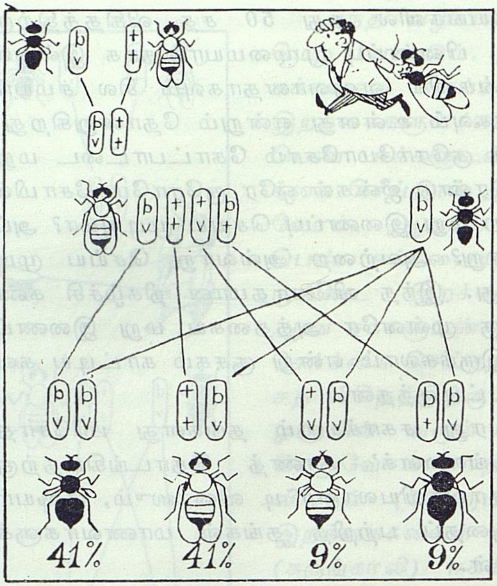
இல்லை. சில சமயங்களில் அது 50 சத விகிதத்திற்கு உயர்ந்து விடுகிறது. பிணைப்பு முழுமையானதாக இல்லை என்றும் சில சமயங்களில் வலுவானதாகவும் சில சமயங் களில் வலுவற்றதாகவும் உள்ளது என்றும் தோன்றுகிறது.

இந்த முடிவுகள் குரோமோசோம் கோட்பாட்டை மறு தலிக்கின்றனவா? இரண்டு ஜீன்கள் ஒரே குரோமோசோமில் இருந்தால் அவற்றை மறு இணைப்பு செய்ய முடியுமா? அப் படியானால் எவ்வாறு? அவற்றை அவ்வாறு செய்ய முடி யுமென்று தெரிகிறது. இந்த வினோதமான நிகழ்ச்சி கண் டுபிடிக்கப்பட்டதற்கு முன்னரே அத்தகைய மறு இணைப் பிற்கான வாய்ப்பு இருக்கலாம் என்று சூசகம் காட்டிய கவ னிப்புகள் செய்யப்பட்டிருந்தன.

மார்கனும் அவரது சகாக்களும் தங்களது பரிசோத னைகளில் 'அபூர்வங்களைக்' காணத் தொடங்கியதற்கு முன்னரே ஆலந்து தாவரவியலாளர் டி விரைஸூம், ருஷ்யர் கோல்த்ஸோவும் அதைப் பற்றித் தங்கள் மாணவர்களுக் குக் கூறியிருந்தார்கள்.

முதிர்ச்சியுற்ற பாலின செல்களின் பகுப்பின்போது குரோமோசோம்களுக்கு என்ன நிகழ்கிறது என்பதை நாம் நினைவுபடுத்திக்கொள்வோம். உருவம் ஒத்த இரண்டு குரோ மோசோம்கள் (தாயிடமிருந்து ஒன்றும் தந்தையிடமிருந்து மற்றொன்றும்) ஒன்றையொன்று அணுகி, நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டு பகுதிகளைப் பரிமாற்றம் செய்துகொள் கின்றன. எனவே, கருங்காலி உடலுக்கும் எச்ச இறக்கை களுக்குமான ஜீன்களைக் கொண்ட குரோமோசோம்கள், அவற்றின் பகுதிகளை அவற்றோடு இணைந்த ஜீன்களோடு, சாதாரண குரோமோசோம்களுடன் பரிமாற்றம் செய்து கொள்வதில் வியப்பதற்கு எதுவும் இல்லை. மரபியலாளர் கள் இந்த நிகழ்வை 'கிராஸிங் ஓவர்' (Crossing-over) என்று அழைக்கிறார்கள். இந்த ஆங்கிலத் துறைச்சொல் ருஷ்யன் உள்படப் பெரும்பான்மையான மொழிகளில் அப் படியே ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

ஒரு புதிய நிகழ்வின் கண்டுபிடிப்பு மீண்டும் ஒரு முறை குரோமோசோம் கோட்பாட்டிற்குப் புதிய உறுதிப்பாட்டை அளித்து, பரம்பரைக் குணங்கள் கடத்தப்படுவது பற்றிய நமது அறிவை ஆழப்படுத்தியுள்ளது.



கிராஸிங் ஓவர் என்பது சாதாரணமாக நடைபெறும் ஒன்றாகும். ஆனால், சில சிற்றினங்களில் இதற்கு விதி விலக்குகள் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்று—ஆண் டிரோஸோபைலா—நமக்கு ஏற்கெனவே அறிமுகமானது. சாதாரணமான நிலைமைகளின்கீழ் அவற்றில் கிராஸிங் ஓவர் நடைபெறுவதில்லை. ஆனால் அதைச் செயற்கை முறையில்—எடுத்துக்காட்டாகக் கதிர்வீச்சின் மூலம்—தூண்டலாம்.

வெவ்வேறு ஜீன்களிடையே கிராஸிங் ஓவர் வெவ்வேறு விகிதங்களில் நடைபெறுகிறது. சிலவற்றிடையே அது அடிக்கடி நடைபெறுகிறது; பிறவற்றில் அபூர்வமாக உள்ளது. ஆனால், ஜீன்களின் ஒவ்வொரு ஜோடியும் துல்லியமாக வரையறை செய்யப்பட்ட ஒரு விகிதத்தில் கிராஸிங் ஓவருக்கு உள்படுத்தப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, மேலே குறிப்பிட்ட கருங்காலி உடல் மற்றும் எச்சஇறக்கைகள் எனும் உதாரணத்தில் அபூர்வங்களின் எண்ணிக்கை 18 சதவிகிதமாக இருந்தது. புள்ளிவிவர இயலின் விதிகளுக்கு இயைந்து எதிர்பார்க்கப்படும் முறையில் இது பரிசோதனைக்குப் பரிசோதனை வேறுபடுகிறது. ஆனால் இதில்

பங்குகொள்ளும் ஈக்களின் எண்ணிக்கை போதுமான அளவு உயர்வானதாக இருந்தால் நாம் ஏறத்தாழ ஒரு நிலையான எண்ணை அடைகிறோம். இதன்விளைவாக, இங்கு கிராஸிங்ஓவர் 18 சதவிகிதம் குரோமோசோம்களிலேயே நடைபெறுகிறது. மரபியலாளரின் கரங்களிலே கிராஸிங் ஓவர் திறன் மிக்க ஒரு சாதனமாக ஆவதற்கு நீண்ட காலம் பிடிக்கவில்லை. கிராஸிங் ஓவரின் படிவத்தைப் பற்றி மாக்கனுடைய சகாக்களும் சிந்தித்துக்கொண்டிருந்தபோது அவர்களுக்கு ஓர் அற்புதமான எண்ணம் உதயமானது. அது தற்செயலாக நிகழ்வது போலத் தோன்றியது. மதிப்பீட்டில் பெறப்பட்ட வேறுபாடுகளும் வேறு சில விவரங்களும் அத்தகைய விளக்கத்திற்கு ஆதரவாக இருந்தன. ஜீன்களுக்கு இடையே உள்ள தூரம் அதிகமாக அதிகமாக அவற்றைக் கிராஸிங் ஓவர் அடிக்கடி பிரித்தது. தூரம் குறையக் குறைய அபூர்வமாகப் பிரித்தது என்று தோன்றியது. அது உண்மையாக இருக்குமானால் கிராஸிங் ஓவர் பற்றிய பரிசோதனைகள், ஜீன்களுக்கு இடையேயுள்ள பரஸ்பர தூரத்தை நிர்ணயிக்க உதவக் கூடும். இது நம்புதற்கரிய, ஆனால் கவர்ச்சி மிக்க எண்ணிக்கை இருந்தது. எப்படி இருப்பினும், அதைப் பரிசீலனை செய்வது தகும்.

பரிசோதனைகள் இந்தக் கருதுகோளை உறுதிப்படுத்தின. எண்கள் மிகவும் பொருத்தமாக இருந்தன. எடுத்துக்காட்டாக, ஜீன்கள் Aயும் Bயும் 2 சத விகித கிராஸிங் ஓவரையும், Bயும் Cயும் 3 சக விகித கிராஸிங் ஓவரையும் காட்டினால் ஜீன்கள் Aக்கும் Cக்கும் இடையே கிராஸிங் ஓவர் 5 சத விகிதம் குரோமோசோம்களில் காணப்பட்டது. ஏராளமான பரிசோதனைகளைச் செய்த பின்பு ஜீன்களை ஒவ்வொரு பிணைப்புத் தொகுதியினுள்ளும் (அதாவது ஒவ்வொரு குரோமோசோமினுள்ளும்) ஒரு சங்கிலி போலத் தொடுக்க முடிந்தது. ஜீன்கள் மணிகளைப்போலக் கோர்க்கப்பட்டிருந்த ஒரு நூலைப்போலக் குரோமோசோம்களைக் கருதும் எண்ணம்தானே தோன்றியது. குரோமோசோம்களை மணிமாலை ஒன்றிற்கு ஒப்பிடுவது சாதாரண மக்களுக்கான நூல்களில் நீண்ட நாள்களாகப் புழக்கத்தில் இருந்து வருகிறது. அதனுடைய அமைப்பு இன்று மேலும் விரிவாக ஆராயப்பட்டிருந்த போதிலும் முதல் தோராயம் என்ற

முறையில் அந்த ஒப்புமை இன்றும் பொருந்தும். ஏனெனில், ஜீன்கள் குரோமோசோமில் நீட்டுப்போக்கில் வரிசைப்படுத் தப்பட்டுள்ளன.

இந்த ஆராய்ச்சி 'மரபியல் வரைபடங்களை' வரைவ தற்குத் தொடக்கமாக இருந்தது. அவை ஜீன்கள் பரஸ்பர வரிசையையும் அவற்றிடையே இருந்த பரஸ்பர தூரத்தை யும் உருவ வரையாகக் காட்டின. இதில் முன்னேற்றம் டிரோ ஸோபைலாவில் வெகு விரைவாக நடந்தது. அது அதற்கு முற்றிலும் தகுந்ததாக இருந்தது. ஏற்கெனவே 1915இல் இந்த ஈயினுடைய நூல்கள் வெளி வந்து விட்டன. பரிசோத னைக்கு அதைவிடக் குறைவான தகுதியுடைய ஆனால் வியா பார ரீதியில் முக்கியத்துவமுடைய மக்காச் சோளம், பட் டாணி, கோழி, கால்நடைகள் போன்ற சிற்றினங்களைக் கொண்டும் அத்தகைய பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டன. மானிடர்களின் மரபியல் வரைபடத்திற்குத் தேவையான விவரங்களும் மெதுவாகச் சேகரிக்கப்பட்டன.

எனினும், ஜீன் என்பது இன்னும் ஓர் அருபக் கருத்தா கவே இருந்து வந்தது. எவரும் ஒரு ஜீனைப் பார்த்திராத போதிலும், அது எத்தகைய இரசாயன அமைப்பைக் கொண் டிருந்தது என்பதை அறிந்திராத போதிலுங்கூட, அது இருக் கும் இடத்தைத் துல்லியமாகக் குறிப்பிட்ட மரபியலாளர் கள் தெரிந்துகொண்டார்கள் என்பது மிகுந்த வியப்பைக் கொடுக்கிறது.

எனக்கு ஒரு ஜீனைக் காட்டுங்கள்

''ஒரு ஜீனைப் பார்ப்பது''. ஒரு மரபியலாளருக்கு இதை விடக் கவர்ச்சிகரமாக வேறு எது இருக்க முடியும்? தொடக் கத்தில் அது ஒரு கனவு போலத் தோன்றியது. ஆனால், ஓர் அதிர்ஷ்டவசமான வாய்ப்பின் மூலமாக அவர்களுக்கு ஜீன்களையே இல்லாவிட்டாலும், அவை இருக்கும் இடத் தையாவது (லோகஸ்) தங்கள் கண்களாலேயே காண்பது சாத்தியமாயிற்று.

சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் இத்தாலிய செல்லி யலாளரான பால்பியானி பழ ஈக்களின் முட்டைப் புழுக் களை மைக்ரோஸ்கோப் மூலம் ஆய்வு செய்தார். அவற்றின்

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளில் அவர் ஓர் அசாதாரணமான காட்சியைக் கண்டார். அவை, சாதாரண செல்களைக்காட்டிலும் பல மடங்கு பெரியதான பிரம்மாண்டமான செல்களைக் கொண்டிருந்தன. அந்தச் செல்கள் நியூக்ளியஸைப் போன்று தோற்றமளித்த ஒன்றையும் கொண்டிருந்தன. அவையும் மிகவும் பெரியனவாகவும் அசாதாரணமான அமைப்பையும் கொண்டிருந்தன. மைக்ரோஸ்கோப்பின்கீழ் அவை குறுக்கு வரிகளைக் கொண்ட தடிமனான சிறிய கயிறைப் போல இருந்தன. பால்பியானி வியப்படைந்தார்; அதன் அமைப்பை விவரித்தார்; அதோடு விட்டுவிட்டார். நீண்ட காலம் வரை இந்த விசித்திரமான அமைப்புகளில் எவரும் அக்கறை காட்டவில்லை.

1933இல் தான் அவை மீண்டும் கவனத்தை ஈர்த்தன. பால்பியானியால் விவரிக்கப்பட்ட அமைப்புகளின் தன்மை முடிவாகத் தெளிவுபடுத்தப்பட்டது. இதை ஜெர்மனியில் ஹீட்ஸ் மற்றும் பாயர், அமெரிக்காவில் பெய்ன்டர் ஆகியோர் ஒரே சமயத்தில் தனித்தனியாகச் செய்தனர். சிலைடுகளைத் தயாரிப்பதில் ஒரு புதிய நுணுக்கம் அவர்களுக்கு உதவியது.

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளின் செல்கள் பழைய முறையில் செய்யப்பட்டவை போல மெழுகில் பதிக்கப்பட்டு, மைக்ரோடோமில் வெட்டப்பட்டிருக்குமேயானால், இந்தப் புதிரான அமைப்புகளின் தன்மையைக் கண்டுபிடிப்பது சாத்தியமற்றதாக இருந்திருக்கும். இந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் வேறு ஒரு முறையைப் பயன்படுத்தினார்கள். அவர்கள் டிரோஸோபைலா முட்டைப் புழுவின் (பால்பியானியினால் அறிவிக்கப்பட்டது போன்ற அமைப்பு மற்ற ஈக்களிலும் கொசுக்களிலும் காணப்படுகிறது என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும்) உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளை எடுத்துக்கொண்டு, அவற்றை அஸிடிக் அமிலத்தில் கரைக்கப்பட்ட கருஞ்சிவப்புமை கொண்டு சாயமேற்றினார்கள். சுரப்பி முழுவதும் கண்ணாடித்துண்டின்மேல் வைக்கப்பட்டு, மற்றொரு கண்ணாடித் துண்டினால் அழுத்தப்பட்டது. இரு வேறு தொழிலாளர்களும் சிறிது மாறுபட்ட வெவ்வேறு நுணுக்கங்களைப் பயன்படுத்தினார்கள். ஆனால் விளைவு ஒரே மாதிரியாகத்தான் இருந்தது.

நியூக்ளியஸ் சவ்வு வெடித்து, அந்தப் புதிரான அமைப்பு நீட்சி அடைந்தது. அவர்கள் முன்னே வியக்கத் தக்க படிவம் ஒன்று தோன்றியது. இறுக்கமற்றதும், வெளிறிய வண்ணம் கொண்டதுமான மையத்திலிருந்து நீண்ட இழைகள் அல்லது நாடாக்கள் வெளிப்பட்டன. அவை ஒவ்வொன்றும் நிறமற்ற இடைவெளிகளுடன் மாறி மாறி அமைந்த, பிரகாசமான நிறமுடைய, வேறுபட்ட அகலத்தைக் கொண்ட, குறுக்கு வரிகளைக் கொண்டிருந்தன.

இந்த இழைகள் யாவை? அவை குரோமோசோம்களைப் போலத் தோற்றமளிக்கவில்லை. அவை ஏறத்தாழ நூறு மடங்கு நீளமாகவும் மிகவும் தடிமனாகவும் இருந்தன என்று கூறினாலே போதும். மேலும் அவை எண்ணிக்கையில் ஐந்தாக இருந்தன. ஆனால் டிரோஸோபைலா எட்டுக் குரோமோசோம்களை—ஆறு பெரியவை, இரண்டு மிகச் சிறியவை—கொண்டிருந்தது. மேலும் உன்னிப்பாகக் கவனித்த போது மிகச் சிறிய ஆறாவது இழை ஒன்று காணப்பட்டது. அது மற்றவற்றைப் போன்ற அகலத்தைக் கொண்டிருந்த போதிலும், மையத்துடன் கலந்து விடும் அளவிற்குச் சிறியதாக இருந்தது. எனினும், ஒரே ஓர் இழைதான் இருந்ததே தவிர, இரண்டு அல்ல. அந்த இழைகள் குரோமோசோம் ஜோடிகளாக இருக்கலாமா? ஆனால் டிரோஸோபைலா நான்கு ஜோடி குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருந்தது.

இந்தப் புதிரான ஆறு என்ற எண் எங்கிருந்து வந்தது? பொறுங்கள். ஓர் ஒற்றை மயத் தொகுதியிலுள்ள குரோமோசோம் புஜங்களின் எண்ணிக்கை அல்லவா அது? பகுப்பின்போது கற்றை இழைகள் இணைக்கப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளி ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் உள்ளது. அந்தப் புள்ளி குரோமோசோமின் இடைப்பகுதியில் இருந்தால், அது குரோமோசோமை இரண்டு புஜங்களாகப் பிரிக்கிறது. அது நுனியிலிருந்தால் குரோமோசோம் ஒரே ஒரு புஜத்தைப் பெற்றுள்ளது. டிரோஸோபைலாவில் குரோமோசோம் (இதுதான் முதல் குரோமோசோம்) ஒரே ஒரு புஜத்தைத்தான் பெற்றுள்ளது. இரண்டாவது, மற்றும் மூன்றாவது குரோமோசோம்கள் இரண்டு புஜங்களைப் பெற்றுள்ளன. நான்காவது குரோமோசோம் ஒரு புள்ளியாக உள்ளது.

இந்த விசித்திரமான அமைப்பின் தோன்றுகால் தெளிவடையத் தொடங்கியது. முழுமையற்ற செல் பகுப்பு நடைபெறும் பல சந்தர்ப்பங்கள் நினைவுபடுத்திக் கொள்ளப்பட்டன. குரோமோசோம்களும் நியூக்ளியஸ்களும் பகுப்படைந்து, செல்கள் பகுப்படையாமல், இரண்டு நியூக்ளியஸ்கள் அல்லது பல நியூக்ளியஸ்களைக் கொண்ட செல் தோன்றுவது நடைபெறலாம். பிற சமயங்களில் குரோமோசோம்கள் பகுப்படைகின்றன. நியூக்ளியஸ்கள் பகுப்படைவதில்லை. அப்போது இரட்டை மடங்கு குரோமோசோம்களைக் கொண்ட செல்கள் தோன்றுகின்றன. குரோமோசோம்கள் பகுப்படைகின்றன, ஆனால் ஒரு சேர இணைந்திருக்கின்றன என்று ஏன் கருதிக்கொள்ளக் கூடாது. டிப்டீராவின் (Diptera) உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளில் பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்கள் தோன்றுவதை அது துல்லியமாக விளக்கும். உருவொத்த குரோமோசோம்கள் (தந்தை வழி மற்றும் தாய் வழி) பாலின செல்களின் முதிர்ச்சிப் பகுப்பின்போது செய்வது போன்று ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டு திரும்பத் திரும்பப் பகுப்படைந்தன. இவை அனைத்தும் அவை முற்றிலும் நீட்சி அடைந்திருந்த கட்டத்தில் நடைபெற்றது. அதனால்தான் அவை அவ்வளவு நீளமாக உள்ளன.

ஆனால், குறுக்கு வரிகள் யாவை? அதுவும் எளிதாக விளக்கப்பட்டது. விஞ்ஞானிகள், நீட்சியுற்றிருந்த குரோமோசோம்களைச் சில தகுதியான உயிரிகளில் முன்னரே பார்த்திருந்தார்கள். அவை மிகவும் மெல்லிய இழைகள் (இவை குரோமனீமா என்று அழைக்கப்படுகின்றன) என்றும் அவற்றின்மேல் நியூக்ளியஸ் சாயம் ஏற்கும் பொருளாலான குருணைகள் (இவை குரோமோமீர்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன) உள்ளன என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தது. பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்களின்மேலுள்ள குறுக்கு வரிகள் அருகு அருகு அமைந்த ஏராளமான குரோமோமீர்களே அன்றி வேறு எதுவும் இல்லை.

இவை அனைத்தும், கருதுகோளுக்கு ஆதரவாக வாதிட்டது போலத் தோன்றியது. பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்கள் தோன்றும் முறையை வேறு எப்படியும் விளக்க முடியாது. ஆனால், விஞ்ஞானிகள் துறுதுறுப்பு மிக்கவர்

கள். அவர்கள் எப்போதும் புதிய சான்றுகளைத் தேடு கிறார்கள். அதுவும் கிடைப்பதற்கு அதிக நாள் ஆகவில்லை.

குரோமோசோம் சடுதி மாற்றங்கள் வெகு காலத்திற்கு முன்பு ஏற்கெனவே கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தன. இந்தத் துறைச் சொல், குரோமோசோம்களில் ஜீன்களின் நீள் போக்கு அமைப்பில் ஏற்படுவதும், சந்ததிகளால் சுவீகரித் துக்கொள்ளக் கூடியதுமான மாற்றங்களைக் குறிக்கப் பயன் படுத்தப்பட்டது. நாம் ஜீன்கள் வரிசையை எழுத்துகளால் குறிப்போமானால், ABCDEFGHIKLM என்ற வரிசை சாதார ண வரிசையைக் குறிக்கும். ஆனால் ஒரு தலைகீழ் மாற்றத் துடன் அது ABCIHGFEDKLMஎனக் காணப்படும். Dயிலி ருந்து I வரையான மையத்துண்டு, சாதாரண வரிசை என்று கருதப்படுவதோடு ஒப்பிடப்படும் போது 180° திருப் பப்பட்டிருக்கும்.

நாம் சாதாரண ஈக்களைத் தலைகீழ் மாற்றத்தைக் கொண்ட ஈக்களுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தால் என்ன நேரிடும்? சாதாரணமாக நாம் குறுக்கு வட்டில்களை (அல் லது வரிகளை) நெருக்கமாக இணைக்கப்பட்ட ஒரே மாதி ரியான குரோமோமீர்கள் என்று கருதுகிறோம். இத்தகைய கலப்பினச் சேர்க்கையின்போது வேறுபட்ட குரோமோமீர் கள் எதிர் எதிரே வரும். நாம் மேலே கூறிய கருதுகோள் உண்மையானால், ஒரு புதிய நிகழ்வு எதிர்பார்க்கப்பட வேண்டும். எனின், நாம் குரோமோசோம் சடுதி மாற்றம் கொண்ட ஈக்களைச் சாதாரண ஈக்களுடன் கலப்பினச் சேர் க்கை செய்ய வேண்டும் என்பது பொருள்.

சொன்னவுடனேயே அவ்வாறு செய்யவும் பட்டது. கூட் டுப் புழுக்களை அடைவதற்குச் சில நாள்களே தேவைப்பட் டன என்ற போதிலும், அந்த வெள்ளைப் புழுக்களை அறுத்து அவர்களுடைய வலக்கை கட்டை விரலினால் கண் ணாடித்துண்டு மூடியை அழுத்தும் அக்கணத்தை மார்கனது குழு ஆவலுடன் எதிர் நோக்கிக் காத்திருந்தது. முடிவாக அவர்கள் அவற்றை மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் பார்த்தார் கள்—ஆகா, பாருங்கள்—முன்னர் என்றுமே கண்டிராத காட்சியை அவர்கள் கண்டார்கள். சிறிய தலைகீழ் மாற்றங் கள் ஏற்பட்டிருந்த போது, மரபியல் கருதுகோள்களின்படி எந்த இடத்தில் தலைகீழ் மாற்றம் நடைபெற்றிருக்க

வேண்டுமோ, அதே குறிப்பிட்ட இடத்தில் குரோமோசோமில் ஒரு நீள்போக்குப் பிளவு காணப்பட்டது. வேறுபட்ட குரோமோமீர்கள் எதிர் எதிராக இருந்த இடங்களில் அவை இணையத் தவறிவிட்டன. அல்லது துல்லியமாகச் சொன்னால், 'தாய் வழி' குரோமோமீர்களுக்கும், 'தந்தை வழி' குரோமோமீர்களுக்கும் இடையே தனித்தனியே இணைப்பு நடந்தது. ஆனால் குரோமோசோம்களால் ஒன்று சேர முடியவில்லை. அருமை.

ஆனால் பெரிய தலைகீழ் மாற்றங்களைக் கொண்ட ஈக்கள், சாதாரண ஈக்களுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யப்பட்ட போது, பிளவுகள் காணப்படவில்லை. ஆனால் குரோமோமீர்களின் முழுமையான இணைப்பு எல்லா இடங்களிலும் நடந்திருந்தது. அது எவ்வாறு நிகழ முடியும்? ஆனால், இங்கேயும் குரோமோசோம்கள் அசாதாரணமாகக் காணப்பட்டன. அவற்றில் சில, பெரிய வளையங்களைக் கொண்டிருந்தன. அது அப்படித்தான் நடந்திருக்கிறது. ஒரு குரோமோசோமின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் மற்றொன்றில் அதற்கு இயைந்த புள்ளியைத் துல்லியமாக நோக்கி இருக்கும் வகையில் குரோமோசோம்கள் விநோதமாகச் சுருண்டு இருந்தன. இதுவெல்லாம் எவ்வாறு நடந்தது என்பதை விளக்குவது மிகவும் சிக்கலானது. ஆனால் அதைப் படத்தில் காட்டுவது மிகவும் எளிது.

உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளினுடைய நியூக்ளியஸில் உள்ள ஒவ்வொரு 'நாடாவும்' உருவொத்த புள்ளிகளில் திட்டவட்டமாக நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ள 'தந்தை வழி' மற்றும் 'தாய் வழி' குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளன என்பது இதிலிருந்து தொடர்கிறது. முன்னர்ப் பன்முறை நடந்தது போன்றே, மீண்டும் புதிய கண்டுபிடிப்புகள். அதற்கு முந்தைய கருதுகோள்களுக்கு ஆதரவாக இருந்ததோடு மட்டுமன்றி, ஒரு பெரிய முன்னேற்றத்திற்கும் உதவின.

பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்களில் உள்ள குறுக்கு வட்டில்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியாக இல்லை. சில அகலமாக உள்ளன, சில குறுகலாக உள்ளன, மற்றும் சில இரட்டையாக உள்ளன, இன்னும் சில இடங்களில் குரோமோசோம்களின் சில பகுதிகள் தடிமனாக உள்ளன.

எனவே, நாம் இப்போது விவரித்த தயாரிப்புகளில் ஒவ்வொரு தலைகீழ் மாற்றமும் எங்கு தொடங்கி எங்கு முடிவடைகிறது என்பதை நிர்ணயிப்பது சாத்தியம். அநுபவம் மிக்க ஒரு செல் இயலாளர் அதை ஒரு வட்டிலுக்கு உள்ளேயுங்கூட நிர்ணயிக்கலாம்.

இவ்வாறு டிரோஸோபைலாவினுடைய பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்களின் வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. குறுக்கு வட்டில்கள் அனைத்தும் காட்டப்பட்டன, பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டன, ஒவ்வொன்றிற்கும் ஓர் எண் கொடுக்கப்பட்டது. இந்த வழியில் ஒவ்வொரு புள்ளியும் (லோகஸ்) எழுத்துகளையும் எண்களையும் கொண்ட சம்பிரதாயமான பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இந்த அட்டவணைகளைப் பயன்படுத்தி நாம், எந்தப் புள்ளிகளில் தலைகீழ் மாற்றம் ஏற்பட்டிருக்கிறது என்பதை எளிதாகக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஆராய்ச்சியின் பரபரப்பான கட்டம்—மரபியல் வரைபடங்களை (கிராஸிங் ஓவர் பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் அமைந்தவை) செல் இயல் வரைபடங்களுடன் (குரோமோசோம்களை மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் பரிசீலனை செய்வதன் அடிப்படையில் அமைந்தவை) ஒப்பிடுவது—பின்னர்த் தொடங்கியது. டிரோஸோபைலாவில் ஒரு குறிப்பிட்ட பிணைப்புத் தொகுதிக்கு இயைந்த குரோமோசோம்களில் எந்தக் குறிப்பிட்ட ஜீன்கள் 'தலைகீழ் மாற்றம்' அடைந்திருக்கின்றன என்பதை மரபியல் பரிசோதனைகள் துல்லியமாகக் காட்டின. செல் மரபியல் பரிசோதனைகள் எந்த வட்டிகள் தலைகீழாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்று கூறின. அவற்றை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதன் மூலம், நாம் ஒரு மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் காணப்படும் குரோமோசோமின் எந்தப் பகுதிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன் இருக்கிறது என்று கூற முடியும். சில சந்தர்ப்பங்களில் ஒரு ஜீன் இருக்கும் குறிப்பிட்ட வட்டிலைக் கூடக் காட்டுவது சாத்தியமாக இருந்தது.

எனினும், ஜீனின் தன்மை இன்னும் தெரியாமலே இருந்தது. அது ஒரே ஒரு குறுக்கு வட்டிலா, அருகிலுள்ள நிறமற்ற பகுதிகளா, அல்லது ஒவ்வொரு வட்டிலிலும் பல ஜீன்கள் இருந்தனவா. இவையனைத்தும் விடையளிக்கப்படாத கேள்விகளாகவே இருந்தன. ஆனால், ஒரு குறிப்பிட்ட

ஜீன் குரோமோசோமின் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியுடன் இணைந்திருந்தது என்பது முற்றிலும் தெளிவாகத் தெரிந்தது. அது மாபெரும் சாதனையாக இருந்தது.

நான் இப்போது விவரித்தது மரபியல் பற்றிய குரோமோசோம் கோட்பாட்டின் அடிப்படை, அதன் ABC ஆகும். நாம் இப்போது தோராயமாகத் தெரிந்துகொண்டது, கொலம்பியாப் பல்கலைக் கழகத்தில் மார்கனின் குழுவினால் குறுகிய காலத்தில் செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சியின் சாரமாகும்.

நமது கதையை நாம் இங்கு முடித்துக்கொள்ளலாம். ஆனால் மனத்தை உறுத்தும் ஒரு கேள்வி உள்ளது. டிரோஸோபைலாவிற்கு அல்லது மற்ற டிப்டீராவிற்கு பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்கள் ஏன் தேவைப்படுகின்றன? மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி விதிகளின் புதிரை விடுவிக்க பரபியலாளர்களுக்கு உதவுவதற்காக அல்ல என்பது உறுதி!

பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்களின் பணியை அறிந்துகொள்வது எளிதாக இருந்தது. செல்லிலுள்ள ஜீன்கள், செல்லினுடைய செயல்கள் முழுவதையும் கட்டுப்படுத்தும் பொருள்களை உற்பத்தி செய்துகொண்டு இடைவிடாது செயல்படுகின்றன. வெவ்வேறு செல்களில், வெவ்வேறு நிலைமைகளின்கீழ், பல்வேறு ஜீன்களும் சில சமயம் அதிக தீவிரமாகவும் சில சமயம் குறைவான தீவிரத்துடனும் செயல்படுகின்றன. சில சமயங்களில் செயல்படுவதே இல்லை. ஆனால் செல்களுக்கு மிக அதிகமான அளவில் பொருள் தேவைப்பட்டால் என்ன செய்வது? ஒவ்வொரு வகை ஜீனிலும் இரண்டை மட்டுமே கொண்ட சாதாரண செல்களால் இந்தக் கடமையைச் சமாளிக்க முடியாது.

இணைந்து செயல்படும் செல்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்து, பல நியூக்ளியஸ்களைக் கொண்ட செல்களைத் தோற்றுவித்து, அதிகமான குரோமோசோம் எண்ணிக்கை கொண்ட செல்களை உண்டாக்கி, இயற்கை, இந்த நெருக்கடிக்கு ஒரு வழி கண்டது. டிப்டீராவில் (ஈக்கள் மற்றும் கொசுக்கள்) பாலிடீன் (பல இழை) குரோமோசோம்களைத் தோற்றுவித்ததன் மூலம் பரிணாமம் வேறு ஒரு முறையில் நடந்தது. இந்தப் பூச்சிகளில் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளில் மட்டுமன்றி வேறு அங்கங்களிலும் பிரம்மாண்ட குரோமோ

சோம்கள் காணப்படுகின்றன என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். ஆனால், அவற்றில் இழைகளின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதோடு, குரோமோசோம்களும் அவ்வளவு பிரம்மாண்டமானவையாக இல்லை.

முடிவான கட்டத்தில் உள்ள முட்டைப் புழுக்களின் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளில் குரோமோசோம்கள் ஏன் குறிப்பிடும் வகையில் பெரியனவாக உள்ளன என்பதை யூகிப்பது கடினமல்ல. ஏனெனில், அந்த முட்டைப் புழுக்களால் அந்தச் சமயத்தில் செய்யப்படும் முதன்மையான பணி, எதிர்காலக் கூட்டுப் புழுவிற்கு ஒரு கூட்டைத் தயாரிப்பதேயாகும். கூடு மிகக் குறுகிய காலத்தில் தயாரிக்கப்படுகிறது. மற்றும் அதைச் செய்வதற்கான பொருள் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படுகிறது. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பித் தயாரிப்புகளில், குரோமோசோமில் மிகவும் தடிமனான சில பகுதிகள் கவனத்தை ஈர்க்கின்றன. கூடுகளைத் தயாரிப்பதற்குத் தேவையான பொருளின் சுரப்பைக் கட்டுப்படுத்தும் ஜீன்கள் இவற்றில் இருக்கலாம்.

இந்த அனுமானத்திற்கு ஆதரவளித்த சில உண்மைகள் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பே பெறப்பட்டன. ஆனால், முதல் விவரங்களை அளித்தது டிரோஸோபைலாவல்ல. ஆனால் ஸையாரா (Sciara) என்ற பேரினத்தைச் சார்ந்த ஒரு பூஞ்சைப் பூச்சி ஆகும். அவற்றினுடைய முட்டைப் புழுக்களை அவற்றினுடைய வளர்ச்சியின் வெவ்வேறு கட்டங்களில் பரிசீலனை செய்து பிரம்மாண்ட குரோமோசோம்களில் தனிப்பட்ட வீக்கங்கள் தோன்றும் தருணம், அவற்றின் வளர்ச்சி, மறைவு இவற்றைக் கண்டுபிடிப்பதில் உயிரியலாளர்கள் வெற்றி அடைந்தார்கள். முட்டைப் புழு கூட்டைக் கட்டித் தொடங்கியவுடன், அவற்றில் சில வளர்ச்சி அடைகின்றன என்று தெரிந்தது. பின்னர் அவை மறைந்து விட்டன. இது உறுதி செய்வதாக இருக்கிறதல்லவா?

இப்போது இது போன்ற ஆராய்ச்சி டிரோஸோபைலாவையும் மற்ற இரண்டு இறக்கை ஈக்களையும் கொண்டு, குறிப்பாகச் சிரோனோமிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கடிக்காத தெள்ளுப் பூச்சுகளின் முட்டைப் பழுக்களைக் கொண்டு செய்யப்படுகிறது. அவற்றினுடைய உமிழ்நீர்ச்

சுரப்பிகளின் பிரம்மாண்ட குரோமோசோம்கள் டிரோஸோபைலாவினுடையதைக் காட்டிலுங்கூடப் பெரிதாக உள்ளன.

மரபியல் தொடர்ச்சி பற்றிய குரோமோசோம் கோட்பாடு, (சில சமயங்களில் இது மார்கனிசம் (Morganism) என்று அழைக்கப்படுகிறது) வர்த்தக ரீதியில் பயனற்ற டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. திராட்சை நசத்தை மதுவாக்குதற்குக்கூட அதைத் தேவையற்றதாக்கி விட்டது. நவீனத் தொழில் நுணுக்கம் முன்னேறி உள்ளது. ஆனால் டிரோஸோபைலா கண்டுபிடிக்க உதவிய மரபியல் தொடர்ச்சி விதிகள் அதற்கு மட்டுமே பொருந்தும் என்பதல்ல. அந்த விதிகள் உயிரிகள் அனைத்திற்கும்—கோதுமை, கால்நடைகள், மனிதன்—பொருந்தும்.

அது எவ்வாறு நிகழ்கிறது?

செல் பகுப்பின்போதும், கருவுறுதலின் போதும் குரோமோசோம்கள் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதை நாம் பார்த்துடன், அவற்றை ஆராய்ந்ததிலிருந்து பெறப்பட்ட சுவையான முடிவுகளையும் அறிந்துகொண்டோம். ஆனால் அவை எவ்வாறு ஆராயப்படுகின்றன என்பதைப் பற்றி நாம் இன்னும் அறிந்துகொள்ளவில்லை. மெழுகு வில்லைகளைக் கொண்ட சிக்கலான செயல்முறை ஒன்று பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது என்பதை நாம் அறிவோம். ஆனால் இப்போது அது பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இப்போது உயிருள்ள செல்களைப் பார்க்க முடியுமென்றும், நுண் திரைப் படங்களைத் தயாரிக்க முடியுமென்றுங்கூட நாம் அறிவோம். அதற்கு மிகவும் சிக்கலான சாதனங்கள் தேவைப்படுகின்றன. அவை, அன்றாட ஆய்வுகூடப் பணிகளுக்கு எப்போதும் கிடைப்பதில்லை. எனில், குரோமோசோம்களின் ஆராய்ச்சியில் மிகவும் சாதாரணமாகக் கையாளப்படும் நவீனச் செயல்முறைகள் யாவை?

அதை அறிந்துகொள்ளக் குரோமோசோம்கள் ஆராயப்படும் எந்த ஓர் ஆய்வுக்கூடத்திற்கும் நாம் செல்லலாம். சிஸ்தியாகோவ் மற்றும் ஸ்டார்ஸ்பெர்கள் ஆகியோரின் காலத்தில் இருந்ததைவிட இன்று செயல் நுணுக்கங்கள் மிகவும் எளிதாகி விட்டன. அவை அனைத்தையும் பற்றித் தெரிந்துகொள்ள ஒரு நாளைக்கு மேல் ஆகாது.

ஒரு மேசையின்மேல் ஒரு விசேடத் தாங்கி ஒன்றில் பொருத்தப்பட்ட பல சோதனைக் குழாய்கள் உள்ளன. ஆராயப்படும் பட்டாணி வேர்கள் அவற்றில் உள்ளன. அவை, ஒரு வாரத்திற்கு முன்பு செடியிலிருந்து துண்டிக் கப்பட்டு, ஆல்கஹால், அஸிடிக் அமிலம், குளோரோபார்ம் ஆகியவற்றைக் கொண்ட கலவையில் இரண்டு மணி நேரம் ஊற வைக்கப்பட்டன. பின்னர் அவற்றைப் பாதுகாப்பதற் காக அவை ஆல்கஹாலில் வைக்கப்பட்டன. இந்தத் தயா ரிப்பு எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது என்பதை எவராலும் பயிற்சிக்காக அண்மைக் காலத்தில் எங்களிடம் வந்த ஒரு பள்ளிச் சிறுமியோ, டாக்டர் பட்டத்திற்காக ஆராய்ச்சி செய்யும் மூத்த விஞ்ஞானியோ—உங்களுக்கு எடுத்துக் காட்ட முடியும்.

பரிவுமிக்க அவர், தனது கலையின் ரகசியத்தை உங் களுக்கு அறிமுகம் செய்யும் ஆர்வத்துடன், ஒரு வேரை எடுத்து, அதைக் கண்ணாடித் தட்டு ஒன்றில் வைத்து, நீர்த்த அமிலத்தில் கரைக்கப்பட்ட சாயத்தின் பத்துத் துளிகளையும் ஒரு துளி ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை யும் அதன்மீது ஊற்றுகிறார். மாதிரிப்பொருள் அப்போதே துண்டிக்கப்பட்டுப் புதிதாக இருந்தாலுங்கூட, அது ஒரே சமயத்தில் நிலைப்படுத்தப்படுச் சாயமேற்றப்படும். ஹைட் ரோகுளோரிக் அமிலத்துளி மிகவும் முக்கியமானதாகும். ஏனெனில், செல்களை இணைத்து வைத்திருக்கும் பொரு ளை அது கரைக்கின்றது.

பின்னர் அவர் கண்ணாடியைச் சிறிது வெப்பப்படுத் துகிறார். சிறிது நேரத்திற்குப் பின்பு வேரின் நுனியை வெட்டி ஒரு கண்ணாடித் துண்டின்மேல் வைத்து, ஒரு மெல் லிய மூடு வில்லையைக் கொண்டு அதை மூடி, தனது வலக் கைப் பெருவிரலினால் அழுத்துகிறார். சாயமேற்றப்பட்ட செல்கள், அந்த இரண்டு கண்ணாடித் துண்டுகளிடையே உள்ள திரவத்தில் ஒரே சீராக விரவடைகின்றன. இப்போது சிலைடு தயாராக உள்ளது. மிகவும் எளிது இல்லையா? ஆனால், இதைச் செம்மைப்படுத்த நீண்ட காலம் ஆகி யது.

இப்போது மைக்ரோஸ்கோப் மூலம் பார்த்தால், பிர காசமான நிறமுடைய நியூக்ளியஸ்களைக் கொண்ட வெளி

றிய செல்களை நீங்கள் காண்கிறீர்கள். சற்றுக் கூர்ந்து கவனித்தீர்களானால், நியூக்ளியஸ்கள் அனைத்தும் ஒரே மாதிரியாக இல்லை என்பதைக் காண்பீர்கள். பெரும்பான்மையானவை ஒழுங்கான உருண்டை வடிவத்தைக் கொண்டு, ஒரே சீராகச் சாயம் ஏற்றப்பட்டுள்ளன. நடுவில் மட்டும் ஓரளவு வெளிறிய புள்ளி உள்ளது. இது நியூக்ளியோலஸ் (Nucleolus) என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆனால், சில நியூக்ளியஸ்கள் முற்றிலும் வேறுபட்டுள்ளன. அவை பல்வேறு தடிமனைக் கொண்ட சிக்கலான இழைகளைப் போலத் தோன்றுகின்றன. சில, நியூக்ளியோலஸ் அல்லது நியூக்ளியஸ் எதுவுமின்றி அவற்றிற்குப் பதிலாகப் பிரகாசமான நிறமுடைய கோல்களைக் கொண்டுள்ளன. அவையே குரோமோசோம்கள்.

பட்டாணிகள், ஆராய்வதற்கு எளிய பொருள்கள் என்பது உண்மையே. ஆனால் நாம் இப்போது பட்டாணிகளில் மட்டும் அக்கறை கொண்டிருக்கவில்லை. இயற்கையின் பொதுவான விதிகளே நம் கவனத்திற்குரியவையாக உள்ளன. ஆனால், நமக்கு மிகவும் விருப்பமான ஆராய்ச்சிப் பொருள் தவறாகவும் நடந்துகொள்ளலாம்.

மிகவும் முக்கியமான ஒரு பொருளைப் பற்றி நாம் பேச வேண்டுமானால், அது மனிதனாகத்தான் இருக்க முடியும். மானிட உயிர்களைக் கொண்டு நம்மால் பரிசோதனை செய்ய முடியாது. ஆனால் மானிட செல்களைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்ய நம்மால் இயலும். சிறிது காலத்திற்கு முன்பு வரை அது எதார்த்தமற்ற கனவாகவே இருந்தது. ஆனால் அண்மை ஆண்டுகளில் மிகவும் எளிய விஷயமாகி விட்டது. சொல்லப் போனால், அடுத்த அறையில் அவற்றைக் கொண்டு விஞ்ஞானிகள் பரிசோதனை செய்து கொண்டிருக்கிறார்கள்.

''மனித செல்களைக் கொண்டு சோதனை செய்தல்'' என்ற அந்தச் சொற்றொடர் பயங்கரமாக ஒலிக்கிறது இல்லையா? ஆனால், அது பரிவு மிகுந்த ஒரு தொழிலேயாகும். ஒரு ரண சிகிச்சையின்போது அகற்றப்பட்ட ஒரு திசுத்துண்டு ஒரு விசேட ஊட்ட ஊடகத்தில் வைக்கப்பட்டது. அதனுடைய செல்கள், இப்போது பல ஆண்டுகளாக மானிட உடலிற்கு வெளியே பெருகிக்கொண்டு வருகின்றன. இளஞ்

சிவப்பு நிறமான ஒரு திரவத்தின் மெல்லிய படலம் பூசப் பட்ட சில் சிலைடுகள், பெனிஸில்லின் குப்பிகளில் வைக் கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின்மேல் மானிட செல்கள் வளர்ந் துகொண்டிருக்கின்றன. தேவைப்படும்போது ஒரு சிலைடை எடுத்து, ஆல்கஹால் மற்றும் அஸிடிக் அமிலக் கலவையில் நிலைப்படுத்தி, சாயமேற்றலாம். பின்னர் செல்களை மைக் ரோஸ்கோப் மூலம் பரிசீலனை செய்ய முடியும்.

எனினும், நீங்கள் இப்போது பார்த்ததை எல்லாம் விஞ் ஞானிகள் நீண்ட நாள்களாகவே வேறு ஒரு முறையைப் பயன்படுத்திச் செய்து வந்திருக்கிறார்கள். இதோ அவர்கள் அருகே சுவைமிக்க பல பொருள்கள் உள்ளன. இளஞ்சிவப்பு நிறமான அதே திரவம் தட்டையான அடிப்பகுதியைக் கொண்ட கூம்புக்குடுவைகளில் காணப்படுகிறது. அந்தக் குடுவைகளை எடுத்து அதன் அடிப்பாகத்தைப் பரிசீலனை செய்யுங்கள்—கருப்பான ஒரு பின்னணிக்கு எதிரில் வைத்து அவ்வாறு செய்வது நல்லது—வெண்ணிறமான பல புள் ளிகளை நீங்கள் உங்கள் சாதாரணக் கண்களாலேயே காண் பீர்கள். அவை மானிட செல்களின் தொகுதிகளாகும். பதி னைந்து நாள்களுக்கு முன் குடுவைகளில் ஏறத்தாழ நூறு தனித்தனி செல்கள் 'விதைக்கப்' பட்டன. இப்போது அவை ஒவ்வொன்றும் ஒரு மைக்ரோஸ்கோப்பின் உதவியின்றியே பார்க்கக்கூடிய தொகுதியின் அளவிற்குப் பெருகி உள்ளன. அது மிகவும் முக்கியமானது. செல்களில் குரோமோசோம் களுக்கு என்ன நிகழ்கிறது என்பதைப் பற்றி மட்டுமன்றி, அது செல்லின் தலைவிதியை எவ்வாறு பாதிக்கிறது, அந்தச் செல் பெருகுவதற்கான திறமையைத் தக்க வைத்துக்கொள் ளுமா, அது சாதாரணமான சேய் செல்களைத் தோற்றுவிக் குமா என்பதையும் நாம் அறிந்துகொள்ள விரும்புகிறோம்.

நாங்கள் உங்களுக்கு வேறு பலவற்றையுங்காட்ட முடி யும். ஆனால் மரபியலாளர்கள் பல வகையான சோதனைப் பொருள்களைக் கொண்டு ஆராய்கிறார்கள், மற்றும் அந்த ஆராய்ச்சி பொதுவாகச் சிக்கலானது என்பதைத் தெளிவு படுத்த நீங்கள் இதுவரை பார்த்ததே போதுமானது. ஆனால் ஒரு கண்டிப்பான பரிசோதனையைச் செய்வது எளிதல்ல. அதற்குப் பொறுமையும் கற்பனையும் தேவை. ஒரு கண் டுபிடிப்பை—ஒரு சிறிய கண்டுபிடிப்பைக்கூட—செய்வது

அதைவிடக் கஷ்டமானது. ஆனால் மரபியலின் முதன்மை யான விவரங்களை அறிந்து கொள்வது எளிது.

நமது ஆய்வுக்கூடங்களை விட்டு அதற்குள் வெளியே சென்று விடக் கூடாது. மரபியல் பற்றிய குரோமோசோம் கோட்பாட்டை உருவாக்க மார்கனின் குழுவிற்கு உதவிய அந்தப் புகழ்பெற்ற டிரோஸோபைலாவை நாம் இன்னும் பார்க்கவில்லை. நான் டிரோஸோபைலாவுடன் பல ஆண்டுகள் பழகியுள்ளேன். பழ ஈயுடன் எப்போதாவது பரிசோதனை செய்துள்ள எந்த ஒரு மரபியலாளரும் அதைப் பற்றி இன்பமான நினைவுகளைக் கொண்டிருப்பார் என்பதற்கு நான் சான்றளிக்க முடியும்.

வேறுபாட்டின் விதிகள்

ஒரு தற்கொலையின் கதை

வாலில்லாத கோர உருவங்கள் கூட்டில் அங்குமிங்கும் அலைந்துகொண்டிருக்கின்றன. சுண்டெலிகளைப் பற்றிக் கூறும்போது, வாலில்லாது இருப்பதைவிடக் கோரமானது வேறு எதுவாக இருக்க முடியும்? ஆனால், மிகச் சிறிய, இளஞ்சிவப்பு நிறமான குஞ்சுகளைத் தவிர மற்ற எல்லாச் சுண்டெலிகளும் வால் இல்லாது உள்ளன.

பிரிவி கவுன்சிலரும், பரீபெர்க் பல்கலைக் கழகத்தின் விலங்கியல் பேராசிரியருமான ஆகஸ்ட் வீஸ்மன், அண்மையில் பல ஆண்டுகளாக இங்கு உண்மையான ஜெர்மானியருக்குரிய காலந்தவறாமையுடன் வந்து, புதிதாகப் பிறந்த எல்லாச் சுண்டெலிகளின் வால்களையும் வெட்டிக்கொண்டிருக்கிறார். புதிய குஞ்சுகள் பிறந்துள்ளனவா? அவர் விரைவில் வந்து விடுவார் என்று எதிர்பார்க்கலாம்.

தங்க பிரேம் போட்ட மூக்குக் கண்ணாடியையும், தாடியையும் கொண்ட ஒரு தலைகூட்டின்மீது கவிழ்ந்து கொண்டுள்ளது. வழக்கம் போலப் பேராசிரியருடன் மார்த்தாவும் இருக்கிறார். அவரைச் சுண்டெலிகள் அன்றாடம் பார்க்கின்றன. ஏனெனில், அப்பெண்மணிதன் அவற்றிற்கு உணவு அளித்து, கூடுகளைச் சுத்தம் செய்கிறார்.

போராசிரியர் கூட்டைத் திறந்து, ஒவ்வொரு குட்டிச் சுண்டெலியின் வாலையும் கவனமாக அளக்கிறார். அவர் கூறும் அளவுகளை மார்த்தா ஒரு நோட்டுப் புத்தகத்தில் குறித்துக்கொள்கிறார்.

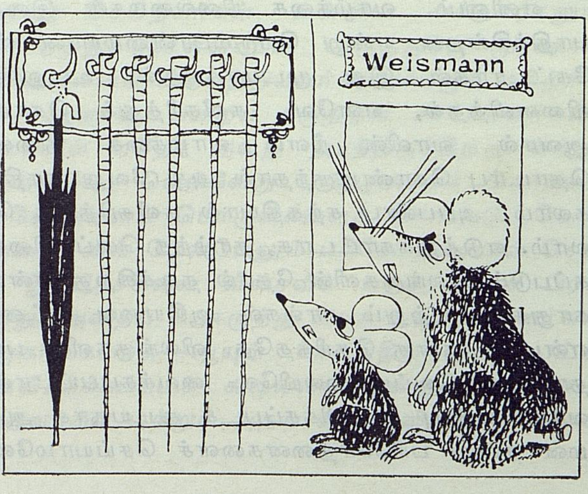
'திருவாட்டி ஷுல்ட்ஸி, இப்போது பரிசோதனை முடிந்து விட்டது. சுண்டெலிகளை ஆய்வுக்கூடத்திலிருந்து இன்றே அகற்றி விடுங்கள்', என்று வீஸ்மன் கூறுகிறார்.

ஆகஸ்ட் வீஸ்மனை வேறு எதற்குக் குறை கூறினாலும் பொறுமையற்ற தன்மைக்காகக் குறை கூற முடியாது. வால்களை வெட்டுவது சுண்டெலிகளுடைய சந்ததிகளின் வால்

நீளத்தைப் பாதிப்பதில்லை என்று உறுதி செய்வதற்காக அவர் சுண்டெலிகளின் 22 சந்ததிகளில் வால்களை வெட்டினார். நாம் எளிதில் யூகித்துக்கொள்ளத்தக்க வகையில், 22 சந்ததிகள் வரை வால்கள், பரிசோதனை தொடங்குவதற்கு முன் எவ்வாறு இருந்தனவோ அப்படியே இருந்தன.

ஓர் உயிரியால் அதன் ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் சந்ததிகளுக்குக் கடத்தப்படுகின்றனவா என்பதைப் பற்றிப் பல நூற்றாண்டுகள் வரை எவரும் கவலைப் படவில்லை. அவை அவ்வாறு செய்யப்படுகின்றன என்பது அனைவருக்கும் தெளிவாகத் தெரிந்தது போலத் தோன்றியது. இந்தக் கருத்துடன் இணைந்து எண்ணற்ற கட்டுக் கதைகளும், நம்பிக்கைகளும் நிலவின. ஆனால் விஞ்ஞானத்தில் இக்கேள்வி நீண்ட காலம் வரை பரிசீலனை செய்யப் படவில்லை. ஒரு தனிப்பட்ட உயிரியின் ஆயுள் காலத்தில் அடையப்படும் வேறுபாடுகள் பரிணாமத்திற்கு அடிப்படையான பொருளை அளிக்கின்றன என்றும் அவை மரபுகுணத் தொடர்ச்சியின் மூலம் சந்ததிகளுக்கு அளிக்கப்படுகின்றன என்றும் மாபெரும் இயற்கைவியலாளர்களான லமார்க் மற்றும் டார்வின் இருவரும் நம்பினர்.

சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் ஆகஸ்ட் வீஸ்மென் சிக்கலான மற்றும் தெளிவற்ற ஜெர்ம் பிளாசம் (Germ-plasm—ஊன்மத்தில் மரபுவழிக் கூறுகளைத் தொடர்ச்சி



யாகத் தாங்கி நிற்கும் மூலப்பொருள்.) கோட்பாட்டை உரு வாக்கினார். அதில் உண்மையான சான்றுகள் எதுவும் இல் லை என்பதுடன் பல முரண்பாடுகளும் இருந்தன. ஆனால் அதில் சில அம்சங்கள் சரியானவையாக இருந்தன. அவை நவீன விஞ்ஞானத்தால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. அந் தக் கோட்பாட்டில் நமக்கு இப்போது அக்கறை இல்லை. நமக்கு முக்கியமானது வேறு ஒரு விஷயமாகும். ஓர் உயிரி னத்தால் அதன் ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரித்துக் கொள்ளப்பட முடியாதவை என்பது வீஸ்ம னின் கருத்துக்களிலிருந்து தொடர்கிறது. அது அப்போது நிலவிய கருத்துகளுக்கு முறணாக இருந்தது. அவை சுவீகரித் துக் கொள்ளப்பட முடியாதவை என்பதை எடுத்துக்காட் டுவது தேவைப்பட்டது. எனவே, பரிசோதனைகள் செய்வ தைக்காட்டிலும், தத்துவார்த்தத்தையே பெரிதும் விரும் பிய வீஸ்மன் நிர்ணயமான பரிசோதனையைச் (Experimentum crucis) செய்ய முடிவு செய்து, சுண்டெலிக ளின் இருப்பத்திரண்டு சந்ததிகளில் வாலை வெட்டினார்.

அவரது பரிசோதனைகளால் எவரும் கருத்தை மாற் றிக்கொள்ளவில்லை என்பதைக் கூறத் தேவையில்லை. ஆனால் சிலர் அவற்றால் பெரிதும் கவரப்பட்டார்கள். எடுத்துக்காட்டாக அவற்றைப் பாஸ் பொறுமையுடன் திரும் பச்செய்து அதே முடிவுகளைப் பெற்றார்.

எனினும், வாழ்க்கை நிலைமைகள் இதை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்று பெரும்பான்மையான விஞ்ஞானிகள் கேட்டார்கள். இது முடமாக்குதல், உடலுக்குச் சேதம் விளைவித்தல், எனவே, சுவீகரித்துக் கொள்ளப்படாது. ஆனால் வாலின் நீளம் வாழ்க்கை நிலைமைகளோடு தொடர்பு கொண்டிருந்தால் அது வேறு மாதிரியாக இருக் கலாம், அப்பண்பு சந்ததியால் சுவீகரித்துக் கொள்ளப்பட லாம். எடுத்துக்காட்டாக, தாழ்ந்த வெப்பநிலையில் வளர்க் கப்படும் விலங்குகளின் தோல் தடிக்கிறது என்பதும், வால், காதுகள், மற்றும் கால்கள் ஆகியவை குட்டையாகின்றன என்பதும் நன்கு தெரிந்ததே. விலங்குகளின் பல சந்ததிகள் தாழ்ந்த வெப்பநிலையிலே வைக்கப்பட்டால் 'குட்டை வால்' பண்பு சுவீகரிக்கப்படக் கூடியதாக ஆகலாம். வீஸ் மன் தனது பரிசோதனைகளைச் செய்யாமலே இருந்திருக்

கலாம். கால்நடை வளர்ப்பவர்கள் பல காலங்களாக அவற்றைச் செய்துகொண்டு வந்திருக்கிறார்கள். ஆடு வளர்ப்பவர்கள் மெரினோ ஆடுகளின் வாலைப் பல ஆண்டாண்டுகளாக வெட்டிக்கொண்டு வந்திருக்கிறார்கள். குதிரை வளர்ப்பவர்கள் குதிரைகளின் வால்களையும், நாய் வளர்ப்பவர்கள் நாய்களின் பல வகைகளில் வால்களையும், காதுகளையும் குட்டையாக வெட்டிக்கொண்டு வந்திருக்கிறார்கள். ஆனால், அவற்றின் சந்ததிகள் தங்களது ஆதிக்கால மூதாயைதயர்களைப் போன்றே இருக்கின்றன.

இப்போது வீஸ்மனை மறுதலிப்பதற்காகப் புதிய பரிசோதனைகள் தொடங்கப்பட்டன. சம்னெர் சில சுண்டெலிகளை 6° செ வெப்பநிலையிலும், பிறவற்றை 30° செ வெப்பநிலையிலும் வைத்துத் தீவிரமாக வேறுபடுகின்ற வெப்பநிலைகளின் கீழ் அவற்றை வளர்க்கத் தொடங்கினார். 'சூடான' மற்றும் 'குளிர்ந்த' மூத்த சுண்டெலிகளினுடைய வால்களின் நீளங்களிடையே 30 சத விகிதம் வேறுபாடு இருந்தது. ஆனால், அவற்றின் சந்ததிகள் ஒரே மாதிரியாக இருந்தன. எலிகளைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்த பிர்ஸிபிராம் இதைவிடக் கூட விரிவான வெப்பநிலை வேறுபாடுகளைப் பயன்படுத்திய போதிலும் அதே முடிவுகளைப் பெற்றார்.

அது விநோதமாக இருந்தது. ஏனெனில் அது, அப்பரிசோதனைகளைச் செய்தவர்கள் உள்ளிட எல்லாராலும் பொதுவாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட கருத்துக்கு முரணாக இருந்தது. வீஸ்மனைப் பின்பற்றியவர்கள் பெரும் மகிழ்ச்சி அடைந்தனர். ஆனால், பழைய கருத்தின் சார்பாளர்கள், பரிசோதனைகளில் ஏதோ தவறு நடந்திருக்கிறது என்று கருதினார். எனவே, வெவ்வேறு பண்புகளைக் கொண்ட வெவ்வேறு சோதனைப் பொருள்களைக் கொண்டு, வெவ்வேறு நிலைமைகளின் மேன்மேலும் பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டன. இப்பிரச்சினை விரைவில் பரபரப்பான பிரச்சினை ஆகியது. அதைப் பொருத்து உலக உயிரியலாளர்கள் இரண்டு முகாம்களாக—ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்படக் கூடியவை என்ற கோட்பாட்டின் ஆதரவாளர்கள் மற்றும் அதன் எதிராளிகள்—பிரிக்கப்பட்டனர்.

ஓர் உயிரியால் அதன் ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்படுவதில்லை என்ற வலியுறுத்தல் இன்று சந்தேகத்திற்கு உரியதல்ல. ஏனெனில், ஜீனினுடைய இரசாயனத் தன்மையையும், பண்புகள் சுவீகரிக்கப்படுவதன் மிகவும் நுணுக்கமான செயல் முறையையும் இப்போதுநாம் அறிவோம். ஆனால், இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் பெரும்பான்மையான விஞ்ஞானிகள், மரபுக்குணங்களின் தொடர்ச்சி பற்றித் தெளிவற்ற மற்றும் பல சந்தர்ப்பங்களில் நம்புதற்குரிய கருத்துகளைக் கொண்டிருந்தார்கள். எனவே, ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் கடத்தப்படுதல் என்பது கேலிக்கூத்தாகத் தோன்றவில்லை.

பலர் பின் வருமாறு வாதிட்டார்கள்: வாழ்வியல் கிரியைகளைப் பாதிக்கும் வெப்பநிலை வாலின் நீளத்தை மாற்றுகிறது (இது வால்களையோ, வெப்ப நிலையையோ பொருத்த விஷயமல்ல என்பது உண்மையே). அது தன் பங்கிற்கு உயிரியின் 'மரபுக்குணத்தை' மாற்றுகிறது (மரபுக்குணம் என்றால் என்ன என்பது இன்னும் புரியாமலே இருந்தது). அதன் பின்னர்ச் சேய்களும், அது போன்றே மாற்றமடைந்த வால்களுடன் பிறக்கும். இந்தக் கற்பனைக் கிரியையை விஞ்ஞானிகள் 'அங்க ஊக்குவிப்பு' (Somatic induction) என்று அழைத்தார்கள்.

அந்த நாள்களில்கூடச் சிலருக்கு இந்தக் கிரியை சாத்தியமற்றதாகத் தோன்றியது. அவர்கள் வேறு ஒரு கண்ணோட்டத்தில் இவ்விஷயத்தைப் பார்த்துப் பின் வருமாறு வாதிட்டார்கள்: செல்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களின் மூலம், வெப்பநிலை, வாலின் நீளத்தை மாற்றுகிறது. ஆனால்

வெப்பநிலை வாலை மட்டுமன்றி இனப்பெருக்க செல்களை யும் பாதிக்கிறது. அவற்றிலும் அதே மாற்றங்கள் நிகழ் கின்றன. எனவே, சேய்களும் மாற்றமடைந்த வால்களைக் கொண்டிருக்கும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். இந்தக் கிரியை—இதுவும் கற்பனைதான்—ஒருபோகு ஊக்குவிப்பு (Parallel induction) என்று அழைத்துக்கொண்டார்கள்.

அவர்கள், வீஸ்மனால் உருவாக்கப்பட்ட கருத்துகளின் ஆதரவாளர்களால்—இவர்கள் தம்மைப் புதிய-டார்வி னிஸ்டுகள் என்று அழைத்துக்கொண்டார்கள்—எதிர்க்கப் பட்டார்கள். எனினும், இந்த இரண்டு கருத்துகளும் முற் றிலும் யூகப் பூர்வமானவையே. அத்தகைய ஒரு நிலை யில் உண்மையை மிகத் துல்லியமாகச் செய்யப்பட்ட ஒரு பரிசோதனையின் மூலமே கண்டுபிடிக்க முடியும். எனவே, அவர்கள் பரிசோதனைகளைத் தொடர்ந்து செய்தார்கள். இதைப் பொருத்து, ஆஸ்திரிய விலங்கியலாளர் காமெரேரின் பெயர் குறிப்பாகப் பிரபலமானதாகும். அவர் உறுதியான புதிய-மலார்க்கியன் ஆவார். அவருடைய பரிசோதனை கள் விஞ்ஞான வட்டங்களின் வரம்புகளுக்கு வெளியேகூட விரிவாகத் தெரிந்திருந்தன.

காமெரெர் புள்ளியுடைய ஸலமான்டர்களைக் (Salamanders—நிலத்திலும் நீரிலும் வசிக்கும் வாலுள்ள விலங்கு வகை) கொண்டு பரிசோதனைகள் செய்தார். இந் தப் பிராணிகளின் அங்கங்களில் கருப்பு மற்றும் மஞ்சள் புள்ளிகள் இருந்தன. இயற்கையில் அவை எண்ணிக்கையி லும், வடிவத்திலும் வேறுபட்டன. காமெரெர் அவற்றைக் கருப்பு மற்றும் மஞ்சள் பின்னணிகள் வளர்த்தார். கருப்புப் பின்னணியில் வளர்க்கப்பட்டவை படிப்படியாகக் கருப்புள் ளிகளை அதிகமாகக் காட்டின. நாளாவட்டத்தில் அவை, முதுகின்மேல் ஓடிய, சிறிய வெளிறிய புள்ளிகளின் இரண்டு வரிசைகளை மட்டும் கொண்டு முற்றிலும் கருப்பாகவே மாறி விட்டன. மஞ்சள் பின்னணியில் வளர்க்கப்பட்டவை படிப்படியாக மேன்மேலும் அதிகமாக மஞ்சளாகின.

இந்த விளைவு எதிர்பார்க்கப்படாத ஒன்று அல்ல. பல பிராணிகள் தங்கள் நிறத்தை அவற்றினுடைய சூழ்நிலை யின் நிறத்திற்கேற்பத் தக அமைத்துக் கொள்ளும் திறன் உடையவை என்பது எந்த ஒரு விலங்கியலாளருக்கும் தெரி

யும். இது நீர்நிலவாழ்வனவற்றிற்கும்,ஊர்வனவற்றிற்கும் குறிப்பான ஒரு தன்மையாகும். (உண்மையிலேயே உங்கள் கண்களுக்கு முன்னால் நிறத்தை மாற்றிக்கொள்ளும் பச்சோந்தியை நினைவுபடுத்திக் கொள்ளுங்கள். அதன் பெயர் பழமொழியாகவே ஆகிவிட்டது.)

பின்னர்க் காமெரெர் பல்நிறங்கொண்ட தமது விலங்குகளிடமிருந்து குட்டிகளை எடுத்துக்கொண்டார். இப்போது அவை ஒரே மாதிரியாக நிலைமைகளின்கீழ் வைக்கப்பட்டன. ஆனால் கருப்பு விலங்குகளின் குட்டிகள் மஞ்சள் விலங்குகளின் குட்டிகளைக் காட்டிலும் கருப்பாக இருந்தன. அத்தகைய முடிவுகளுக்கு எதிராக எந்த வாதத்தை எழுப்ப முடியும்? ஆனால், அவருடைய எதிராளிகள் எதிருரையினை எழுப்பினார்கள். ஜெர்மானியர் ஹெர்ப்ஸ்ட் குறிப்பாகச் செயல்பட்டு, அவரைச் சொல்லிலும், செயலிலும் எதிர்த்தார். அவரும் சலமான்டெர்களைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்யத் தொடங்கினார். ஆனால் அவர், காமெரெர்-ஐப் போல அல்லது முதிர்ந்த சலமான்டெர்களுக்குப் பதிலாக இளங்குஞ்சுகளை வெவ்வேறு வகை மண்களில் வளர்த்தார். அவற்றில் மாறுபாடுகள் சாமெரெரின் பரிசோதனைகளில் நடைபெற்றதைவிட விரைவாக நடைபெற்றன. ஆனால், முதிர்ச்சியுற்ற சலமான்டெர்களை வெவ்வேறு நிறமுடைய மண்ணில் தொடர்ந்து வளர்ந்த போது அவற்றினுடைய நிற வேற்றுமை அதிகரிப்பதற்குப் பதிலாக உண்மையில் குறைந்தது.

காமெரெர் தவறு செய்து விட்டார் என்பது இதன் பொருளா? அல்லது ஒரு வேளைஅவர் அதைவிட மோசமாக ஏதாவது செய்து விட்டாரா? அவருடைய பெயர் அநேகமாகக் கெட்டு விட்டது. அப்போது கே.பிரிஷ் அவருக்கு ஆதரவாக வந்தார். காமெரெர் மற்றும் ஹெர்ப்ஸ்ட் ஆகிய இருவரின் பரிசோதனைகளையும் அவர்—சிறிய அளவில் தான் என்றாலும்—கவனமுடன் திரும்பச் செய்தார். இருவருடைய முடிவுகளும் ஊர்ஜிதம் செய்யப்பட்டன. முதிர்ந்த விலங்குகளைக் கொண்டே பரிசோதனை செய்ய வேண்டுமென்பதே இதன் பொருள். ஷ்லீப், பிர்ஸிபிராம் இருவரும் பிரிஷ்-ஐ ஆதரித்தனர். பிரச்சினை தீர்க்கப்பட்டு விட்டது போலத் தோன்றியது.

ஹெர்ப்ஸ்ட் புதிய மேலும் விரிவான ஆராய்ச்சிகளை வெளியிட்டார். அவை காமெரெரின் முடிவுகளை—அவருடைய கோட்பாடுகளை அல்ல (ஏனெனில், அதற்கு எதிராக எவருக்கும் உத்தரவாதம் அளிக்க முடியாது). ஆனால், அவருடைய புள்ளி விவரங்களை, அவருடைய பரிசோதனை முடிவுகளை—மீண்டும் முற்றிலுமாக மறுதலித்தன. இதை விட மோசமானது வேறு எதுவும் இருக்க முடியாது. காமெரெர் கேவலப்படுத்தப்பட்டார். ஆனால் அவருடைய ஆதரவாளர்கள் அவரை மீண்டும் பாதுகாக்க விரைந்தார்கள். இருவரும் புள்ளியுள்ள சலமான்டெரின் இரண்டு வெவ்வேறு வகைகளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்தனர் என்பதைக் கண்டு பிடித்தனர். வெவ்வேறு பரிசோதனைப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவது இணக்கமின்மை எதையும் விளக்கலாம். மீண்டும் அனைத்தும் அமைதி அடைந்தன. ஆனால் சலமான்டெரின் கதையில் யார் கூறியது சரி, யார் கூறியது தவறு என்பது நிச்சயமற்றே இருந்தது.

எனினும், காமெரெர் போராட்ட உணர்ச்சி மிக்கவர். அவர் முற்றிலும் புதிய பரிசோதனைகளை—இப்போது ஒரு வகைத் தேரைகளைக் கொண்டு—தொடங்கினார். இந்த விலங்குகள் அவற்றின் விநோதமான இனப்பெருக்க முறையால் பிரசித்தி பெற்றவை. அவற்றினுடைய மற்ற உறவினர்களைப் போலல்லாது அந்தத் தேரைகள் தண்ணீரில் அல்லாது தரையில் முட்டையிடுகின்றன. முட்டைகளின் இழை போன்ற தொகுதியை ஆண் தன் உடலைச் சுற்றிச் சுற்றிக்கொள்கிறது. பிசினால் மூடப்பட்டிருக்கும் முட்டைகள் ஒரு சிறிது காலம் வளர்ச்சி அடைகின்றன. முட்டைகள் பொரிக்கப்பட வேண்டிய தருணத்தில் ஆண் தண்ணீருக்குள் செல்கிறது. அங்கு தலைப்பிரட்டைகள் வெளிப்பட்டு மேற்கொண்டு வளர்ச்சி அடைகின்றன.

ஆனால், விலங்குகளை எப்போதும் தண்ணீரிலேயே வைத்திருந்தால் என்ன நேரிடும்? காமெரெர் காற்றின் வெப்பநிலையை உயர்த்தினார். முட்டையிடுங்காலத்திற்கு முன்பே தேரைகள் தண்ணீருக்குள் சென்று விட்டன. ஆண்கள் முன் போலவே நடந்துகொள்ள முயன்றன; ஆனால் தோல்வி அடைந்தன. பிசின் நீரால் கரைக்கப்பட்டு முட்டைகள் அமிழ்ந்து போயின. பன்முறை இவ்வாறு முட்டையிட்ட

பின்பு ஆண்கள் தங்கள் வீண் முயற்சியைக் கைவிட்டன. அவற்றினுடைய பரம்பரை உணர்ச்சி மாறி விட்டது. மேலும் அவற்றினுடைய சில வெளிப்புறப் பண்புகளும் மாற்றமடைந்தன. முன்கால்கள் பெரிதும் வலுவடைந்தன. தண்ணீரில் இனவிருத்தி செய்யும் தவளைகள், தேரைகள் இவற்றிற்கே உரித்தான தடிப்புகள் அவற்றின் விரல்களில் தோன்றின. இந்தக் கண்டுபிடிப்பு சுவை மிக்கதாக இருந்த போதிலும் இதற்கு மரபுகுணத் தொடர்ச்சியுடன் எந்தத் தொடர்பும் இல்லை. பின்னர்க் காமெரெர் தனது விலங்குகளைச் சாதாரணத் தேரைகளுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தார்; அவற்றினுடைய சந்ததிகளில் மெண்டலீயப் பிரிதலையே அடைந்தார். கலப்பினப் பெருக்கத்தில் சந்ததிகளின் பண்புகள் மெண்டலின் விதிகளுக்கு இயைந்து பிரிதல் அடையுமேயானால், இந்தப் பண்புகள் சுவீகரித்துக்கொள்ளப்படுகின்றன என்பதற்கு முற்றிலும் முடிவான சான்றாகும். காமெரெரின் முழு வெற்றியாக இது காட்சி அளித்தது.

ஆனால் அவருடைய பரிசோதனைகள் அவருக்குத் துயரம் மிக்க விளைவுகளைக் கொடுத்தன. பிரிட்டிஷ் சஞ்சிகையான நேச்சர்-இன் 1926-ஆகஸ்ட் 7 ஆம்தேதிய இதழ், ஜி.கோ.நோபல் என்பவரால் எழுதப்பட்ட ஒரு கட்டுரையைப் பிரசுரித்தது. அவர் காமெரெரின் கொடிய விரோதியாக இருந்ததோடு ஹெர்ப்ஸ்ட்-ஐக்காட்டிலும் ஒரு படி மேலே சென்றார். அவர், காமெரெரின் ஆராய்ச்சி மாதிரிப் பொருள்கள் வைக்கப்பட்டிருந்த வியன்னா உயிரியல் கழகத்திற்குச் சென்று, அவற்றை மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் பரிசோதனை செய்தார். தேரைகளின்மீது புதிதாகத் தோன்றியவை என நம்பப்பட்ட பருக்கள், இந்திய மையை (Indian ink) ஊசி மூலம் ஏற்றியதால் உண்டாக்கப்பட்டன என்று அவர் பிரகடனம் செய்தார். மோசடி, காமெரெரின் எண்ணற்ற விரோதிகளால் முன்னர் எது சூசகமாகக் கூறப்பட்டு வந்ததோ அது நோபல்-ஆல் உண்மையான சான்றின் ஆதரவோடு பகிரங்கமாகப் பிரகடனம் செய்யப்பட்டது.

இந்த நிகழ்ச்சி பொது மக்கள் அனைவருக்கும் தெரிய வந்தது. அதைப் பற்றிய பத்திரிகைகளில் எழுதப்பட்டன. சலமான்டெர் என்ற ஒரு திரைப்படத்திற்குக் காமெரெரின்

கதை பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்த விவாதம் இன்னும் தொடர்கிறது சிலர் காமெரெரை ஒரு மோசடிக்காரர் என்றும் கருதுகின்றனர். பிறர், அந்த மோசடி அவருடைய ஆதரவர்களில் ஒருவருடைய செயல் என்று வலியுறுத்தி அவரை அச்சமற்ற மற்றும் குற்றமற்ற வீரர் என்று கருதுகின்றனர். அது புத்தி கூர்மை பெறுவதற்கு உதவும் ஆர்வம் கொண்ட, ஓர் ஆய்வுக்கூட உதவியாளரால் ஏன் செய்யப்பட்டிருக்கக் கூடாது? வேறு சிலர் அந்த மோசடி காமெரெருடைய பகைவர்களின் வேலையென்றும் அவருடைய கொள்கையையும் வாழ்வையும் பாழாக்குவதற்கு அவர்கள் அவ்வாறு செய்திருக்காமென்றும் கருதுகின்றனர். உண்மை எப்போதாவது வெளிப்படுமா என்பதைக் கூறுவது கடினம். எனினும், அவையெல்லாம் காமெரெரின் தலைவிதியைப் பொருத்தவை. அவருடைய கோட்பாடுகளைப் பொருத்தமட்டில் அவற்றின் மதிப்பு தெளிவாகத் தெரிகிறது. அவர் ஒரு நேர்மையான விஞ்ஞானியாக இருந்த போதிலும், இல்லாதிருந்த போதிலும் அவரது முடிவுகள் தவறானவை.

ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப் படக் கூடியவை என்ற வலியுறுத்தலைச் சரிபார்க்கச் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளைப் பற்றிப் பல நூல்கள் எழுதப்பட்டுள்ளன. பெற்றோர்களால் ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் சேய்களுக்குக் கடத்தப்பட முடியாதவை என்பதே அவற்றின் தவிர்க்க முடியாத முடிவாகும்.

ஒரு பொறியியலாளர் ஒரு விஞ்ஞானிக்குச் சவால் விடுகிறார்

''அவர் ஊர் பேர் தெரியாது, துன்பத்தில் இறந்தார். பற்பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்பே, அவருடைய கண்டுபிடிப்பின் மாட்சிமையை எதிர்காலம் பாராட்டியது''. இது போன்ற வாசகங்கள் மாபெரும் பிரமுகர்களின் குறிப்பாகச் சென்ற காலத்து மாபெரும் விஞ்ஞானிகளின் வாழ்க்கைச் சரிதத்தில் அடிக்கடி காணப்படுகின்றன.

ஆனால் விலக்கு அற்ற எந்த விதிகளும் கிடையா. சிற்றினங்களின் தோற்றம் (The Origin of Species) என்ற டார்வினின் நூல் பிரசுரிக்கப்பட்டவுடன் அது மக்கள்

கவனத்தைக் கவர்ந்தது. ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பதிப்புகள் வந்தன. விரைவிலேயே அது பிற மொழிகளில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டது. விஞ்ஞானிகள் மட்டுந்தான் அதைப் படித்தார்கள் என்பதல்ல. நமது கொள்ளுப் பாட்டிகள் பள்ளிச் சிறுமிகளாகப் பின்னலும் கவுனும் அணிந்திருந்த காலத்தில் அவர்கள் செர்னிஷெவ்ஸ்கியின் ராஜத்துரோக நூலாகிய செய்யப்பட வேண்டியது என்ன? என்ற நூலுடன் டார்வினின் சிற்றினங்களின் தோற்றம் எனும் நூலையும், அவர்களது ஆசிரியர்களின் கவனமான கண்காணிப்பில் இருந்து மறைத்து வைத்துக்கொள்வார்கள்.

எவரும் அதில் அக்கறை காட்டாது இருக்கவில்லை. ஆனால், அந்த மாபெரும் இயற்கையாளரின் நூலை எல்லாரும் பாராட்டவில்லை. அவர் விவாதிக்கப்பட்டார்; மறுக்கப்பட்டார்; குற்றஞ்சாட்டப்பட்டார். டார்வினிசத்தின் பிறப்பைத் தொடர்ந்து டார்வின் எதிர்ப்பு வாதமும் தோன்றியது. கடினமான நிலைமைகளுக்கு எதிராக உண்மையைப் பாதுகாக்க வேண்டியிருந்தது.

டார்வின் எதிர்ப்பு வாதிகளின் கட்டுரைகளை இப்போது ஒருவர் படித்தால், அவர்களுடைய வாதங்களின் அப்பாவித்தனமும் பொருத்தமற்ற தன்மையும் கவனத்தை ஈர்க்கின்றன. பல ஆண்டுகளாகத் தனது கோட்பாட்டை உருவாக்கிக் கொண்டு வந்தவரும் அதற்கு ஆதரவானவற்றையும் எதிரானவற்றையும் நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே எடை போட்டுப் பார்த்திருந்தவருமான, டார்வின், அவருடைய எதிராளிகளைத் தோற்கடிக்க மறுக்க முடியாத வாதங்களை எளிதில் கண்டார்.

ஆனால் 1867இல் டார்வினிடம் ஒரு கேள்வி கேட்கப்பட்டது. அவரது எஞ்சிய ஆயுள் காலம் முழுவதும் அவரால் அதற்கு விடை அளிக்க முடியவில்லை. அவருடைய மரணத்திற்குப் பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்பும் அதற்கு அவரது ஆதரவாளர்களால் விடை அளிக்க முடியவில்லை. இந்தக் கேள்வியை எழுப்பியவர் ஓர் உயிரியலாளர் அல்ல; ஒரு விஞ்ஞானி கூட அல்ல. ஆனால் ஒரு பொறியாளர். அந்தக் காலத்தில் கல்வியறிவு பெற்றிருந்த பிறர் பலரைப் போலவே ஃபிளெமிங் ஜென்கினும் சிற்றினங்களின் தோற்றம் எனும் நூலைப் படித்திருந்தார். அவர் முதலில் சிந்த

னை செய்தார்; பின்னர் எளிய கணக்கு ஒன்றைப் போட்டு ''ஜெங்கினின் புதிர்'' என்று அழைக்கப்படும் ஒன்றை உரு வாக்கினார். டார்வினால் அதற்கு விடை அளிக்க முடிய வில்லை. அதை அவர் தனது கோட்பாட்டிற்கு எதிரான வலு மிக்க ஆட்சேபனை என்று ஒப்புக்கொண்டார். அதன் பாதிப்பால் தனது கருத்துகள் சிலவற்றைத் திருத்தி—துர திருஷ்ட வசமாகத் தவறான திசையில்—கொண்டார். ஆனால், நாம் நமது கதையை முந்திக்கொண்டு ஓட வேண் டாம்.

விஞ்ஞானிகளின் உண்மையான மதிப்பு மறைந்திருக்க, அவர்களுடைய செல்வாக்கை உயர்த்தாத அல்லது அவர் களால் செய்யவே படாத ஒன்றிற்காக எத்தனை முறை பாராட்டப்படுகிறார்கள்? கலப்பினப் பெருக்கத்தில் பண் புகள் சுவீகரித்துக்கொள்ளப்படுவதன் விதிகளைக் கண்டு பிடித்ததற்காக மெண்டல் பாராட்டப்படுகிறார். ஆனால், அவை அவரது காலத்திற்கு முன்பே, பொதுவான முறை யில் தெரிந்திருந்தன. மரபுப் பண்புகளின் துகள் ரீதியான தொடர்ச்சி என்பதை முதன்முதலாகக் கூறியவர் அவர்தான் என்ற உண்மை பன்முறை நினைவு படுத்திக்கொள்ளப்படு வதில்லை. டார்வினிசம் பரவலாகத் தெரிந்து இருந்த போதிலும்—அது நமது நூலின் உள்பொருள் அல்ல— ''ஜெங்கினின் புதிரையும்'' அது எவ்வாறு முடிவாக விடு விக்கப்பட்டது என்பதையும் பற்றிக் கூறுமுன் நாம் டார்வி னுடைய ஆராய்ச்சியின் உண்மையான முக்கியத்துவத்தைக் குறிப்பிட வேண்டும்.

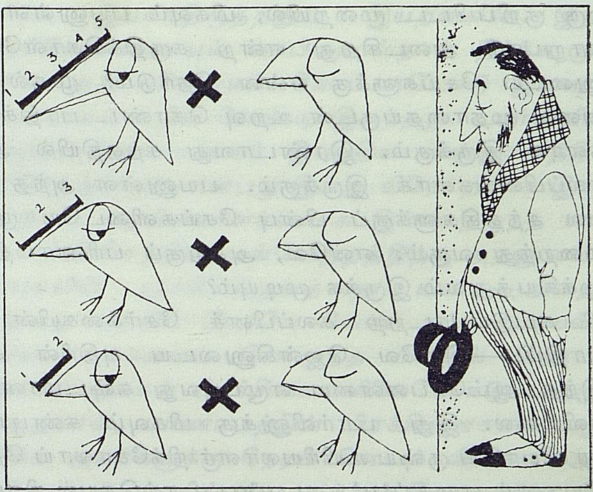
பரிணாமக் கருத்தைக் கண்டுபிடித்தவர் என்று டார் வின், பொது மக்களுக்கான விஞ்ஞானத்தில் புகழப்படுகி றார். இது உண்மை அல்ல. பள்ளிகள் மற்றும் பல்கலைக் கழகங்கள் இவற்றின் பாடத் திட்டங்களில்கூடப் பரிணா மக் கோட்பாடு டார்வினிசம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஆனால், அவருக்கு முன்னும் சில பரிணாம வாதிகள் இருந் தார்கள். காவெர்ஷனேவை நாம் ஏற்கெனவே குறிப்பிட் டுள்ளோம். பரிணாமம் என்னும் கருத்து வேறு பலரா லும் முன் வைக்கப்பட்டு இருந்தது. டார்வினுக்கு அரை நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னரே, ஒரு விஞ்ஞானி நன்கு அமைக் கப்பட்ட விரிவான பரிணாமக் கோட்பாடு ஒன்றைச் சிருஷ்டி

செய்திருந்தார். அது 1809ஆம் ஆண்டில் டார்வின் பிறந்த ஆண்டில் விலங்கியலின் தத்துவ ஞானம் என்ற பெயரின் இரண்டு பாகங்களாகப் பிரசுரிக்கப்பட்டிருந்தது. அதன் ஆசிரியர் மாபெரும் பிரெஞ்சு விஞ்ஞானியாகிய ஜீன் பாப்திஸ்தே லாமார்க் ஆவார்.

பிற்காலத்தில் டார்வின் செய்தது போலவே லாமார்க்கும் பரிணாமத்தைப்—பழையனவற்றில் தொடர்ந்து ஏற்படும் மாற்றங்கள் மூலம் புதிய வகைகள் தோன்றுதல்—பற்றியும் எளிய வகைகளில் இருந்து உயர்ந்த அமைப்புடைய வகைகளின் வளர்ச்சி பற்றியும் கூறினார். ஆனால், இந்தப் பரிணாமத்தின் உந்து விசையைப் பற்றிய அவர்களுடைய கருத்துகளில் அடிப்படை வேறுபாடு ஒன்று இருந்தது. சிற்றினங்களுடைய பரிணாமத்தின் உண்மையான உந்து சக்தியைக் கண்டுபிடித்ததே டார்வின் ஆற்றிய மாபெரும் பங்காகும்.

சூழ்நிலையின் நேரடியான பாதிப்பினால் உயிர்கள் மாற்றமடைகின்றன என்றும், அங்கங்களைப் ''பயன்படுத்துவது'' அல்லது ''பயன்படுத்தாமலிப்பது'' என்பதும் ''முன்னேற்றத்திற்கான ஓர் அகப் போக்கு'' என்பதுமே பரிணாமத்திற்குக் காரணங்கள் என்று லாமார்க் கூறினார். நாம் ஏற்கெனவே அறிந்தது போல லாமார்க் இதில் தவறு செய்தார். உயிர்வாழ் இயற்கையில் ஒரு பொதுவான தத்துவம்—இயற்கைத் தேர்வு—இருப்பதை எடுத்துக்காட்டிய முதல் விஞ்ஞானி டார்வினே ஆவார். உயிரியலில் இதுவே சர்வ வியாபக விதி ஒன்றின் முதல் கண்டுபிடிப்பாகும். அது பௌதிகத்தில் நியூட்டனின் விதிகளைப் போன்ற அதே முக்கியத்துவம் உடையது. இந்தத் துறையில் டார்வினுக்கு முன்னோடிகள் எவரும் இருக்கவில்லை. இந்தத் தத்துவத்தின் முக்கியத்துவம், சிற்றினங்களின் பரிணாமக் கோட்பாட்டினைவிட விரிவானது. இதற்காகத்தான் நாம் டார்வினுடைய பேரறிவுக்குப் பாராட்டு அளிக்க வேண்டும்.

பரிணாமக் கோட்பாட்டில் இரண்டு அமிசங்களை வேறுபடுத்திக் காண வேண்டும். பரிணாமத்திற்கான பொருளின் கோட்பாடு மற்றும் அதனுடைய காரணிகளின் அதனுடைய உந்துவிசையின் கோட்பாடு, இயற்கைத் தேர்வு செயல்பட வேண்டுமானால் தேர்ந்தெடுப்பதற்கு ஏதோ ஒன்று இருக்க



வேண்டும் என்பது உண்மையில் தெளிவாகத் தெரிகிறது. சுவீகரித்துக்கொள்ளப்படக்கூடிய வேறுபாடுகள் இருந்தாக வேண்டும். டார்வினுடைய நூலில் இப்பிரச்சினை பற்றிய அற்புதமான விளக்கம் இருந்தது, இந்தக் கோட்பாடு சரியானது என்பதற்கும் பரிணாமத்தின் உந்துவிசையாக இருப்பது இயற்கைத் தேர்வு என்பதற்கும் ஆதரவான சான்றை விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சி மேலும்மேலும் அளித்து வருகிறது.

பரிணாமத்திற்கான பொருளைப் பொறுத்த மட்டில், இது டார்வினால் குறைவாகவே விளக்கப்பட்டது. இதில் வியப்பதற்கு ஒன்றுமில்லை. ஏனெனில், நாம் சுவீகரிக்கப்படக்கூடிய வேறுபாடுகளைப் பற்றிக் கூறுகிறோம். டார்வினின் காலத்தில் மரபியல் இருக்களில்லை. ஆனால், அவர் மாமேதையான விஞ்ஞானி ஆவார். மற்றும் பரிணாமக் கிரியையின் அடிப்படைப் பொருள் பற்றிய பிரச்சினைக்குப் பொதுவாகச் சரியான விடையை அளித்த முதல் விஞ்ஞானி அவரே ஆவார். சுவீகரிக்கப்படக்கூடிய வேறுபாடுகள் தற்செயலாகத் தோன்றுவதாலேயே இப்பொருள் அளிக்கப்படுகிறது என்று அவர் நம்பினார்.

இப்போது நாம் ஜென்கினின் புதிருக்கு மீண்டும் வரலாம். ஜென்கின் பின் வருமாறு வாதித்தார். ஓர் உயிரி

ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில், மிகவும் பயனுள்ள முறையில், மாறுபாடு அடைகிறது என்ற கருதிக்கொள்வோம். அதனுடைய சேய்களுக்கு என்ன நேரிடும்? முதல் சந்ததியில் அவை மூதாதையருடன் உறவு கொண்ட பாதிக் கலப்பினங்களாக இருக்கும். இரண்டாவது சந்ததியில் அவை கால் கலப்பினங்களாக இருக்கும். பயனுள்ள அந்த வேறுபாடு, பல சந்ததிகளுக்குப் பின்பு சேய்களிடையே முற்றிலுமாக மறைந்து வரும். எனவே, அதற்குப் பரிணாமத்தில் என்ன முக்கியத்துவம் இருக்க முடியும்?

கட்டுப்பாடற்ற கலப்பினச் சேர்க்கையின் கிரகிக்கும் பாதிப்பு—இதுவே ஜென்கினுடைய புதிரின் சாரமாகும். இந்த ஆட்சேபனையை எழுப்புவது கஷ்டமானதாக இருக்கவில்லை. இது, டார்வினுக்கு மிகவும் கண்டிப்பான எதிராளியாகிய ருஷ்ய உயிரியலாளர் நிக்கோலாய் தேனிலெவ்ஸ்கியாலும் எழுதப்பட்டது என்பது தற்செயல் நிகழ்ச்சி அல்ல. அதற்கு விடை அளிப்பது மிகவும் கஷ்டமாக இருந்தது.

அதனுடைய முக்கியத்துவத்தை டார்வினே ஒப்புக்கொண்டார். படிப்படியாக அவர் தற்செயலான தனிப்பட்ட வேறுபாடுகளுக்கு மேன்மேலும் குறைவான முக்கியத்துவத்தைக் கொடுத்து மொத்த வேறுபாடுகளுக்கு மேன்மேலும் பெரிய பங்கை உரித்தாக்கினார். ஆனால் மொத்த வேறுபாடுகள் என்பவை யாவை? அவை சூழ்நிலையினுடைய நேரடியான பாதிப்பின் மூலம் மட்டுமே நிகழ்வதாகத் தெரிந்திருந்தது. இந்த முறையில் டார்வின் தனது வாழ்வின் இறுதி ஆண்டுகளில் லாமார்க்கை நெருங்கி வந்தார்; பரிணாமத்தின் உந்து விசையைப் பொறுத்து அல்ல—அதில் அவர் உறுதியாக இருந்தார்—பரிணாமத்திற்கான அடிப்படைப் பொருளைப் பற்றிய பிரச்சினையில் மட்டுமே அவ்வாறு செய்தார்.

ஆயுள் காலத்தில் பெறப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்படக்கூடிய தன்மை எனும் பிரச்சினை பற்றி டார்வினின் காலத்தில் தெளிவாகத் தெரிந்திருக்கவில்லை. மற்றும் துகள் அடிப்படையான மரபிலும் இருக்கவில்லை. எனவே, அவர் மரபுக்குண மாற்றங்களில் சூழ்நிலையின் நேரடியான பாதிப்பிற்கு முக்கியத்துவம் அளித்ததும் கட்டுப்பாடற்றக் கலப்பினச் சேர்க்கையின் கிரகிக்கும் பாதிப்பிற்கு

விடை அளிக்க இயலாதிருத்தலும் இயற்கையே. இந்த இரண்டு பிரச்சினைகளையும் மரபியலால்தான் தீர்க்க முடியும். ஆனால் அது பரிணாமக் கோட்பாடோடு இணைவதற்கு நீண்ட காலம் கழிய வேண்டி இருந்தது. டார்வினிஸ்டுகள் பெரும்பான்மையானவர் இப்புதிய விஞ்ஞானத்தின் பிறப்பை எதிர்த்தார்கள் என்பது இன்று விரோதமாக இருக்கலாம். அவர்கள் மரபியலாளர்களாக இல்லாதிருந்த காரணத்தால், டார்வினிசத்தின் முன்னேற்றத்திற்கு அதனுடைய கண்டுபிடிப்புகளின் முக்கியத்துவத்தை உணர—அதைப் பயன்படுத்துவது பற்றிப் பேசவே வேண்டாம்—முடியவில்லை. மரபியலாளர்களைப் பொருத்த மட்டில் தொடக்கத்தில் அவர்கள் தங்கள் பிரச்சினைகளிலேயே ஈடுபட்டிருந்தார்கள். ஆதலால், பரிணாமத்தின் பிரச்சினைகளை ஆழ்ந்து பரிசீலிக்க அவர்களுக்கு நேரம் கிடைக்கவில்லை. அவ்வப்போது தோன்றிய தனிப்பட்ட மற்றும் போதுமான விவரமற்ற ஆராய்ச்சிகள், மரபியலைப் பரிணாமத்துடன் இணைத்தல் என்ற கருத்தை மறுதலிக்கவே உதவின. எனவே, பழைய சந்ததியைச் சேர்ந்த பரிணாமவாதிகள், இந்த முதல் முயற்சிகளை டார்வினிசத்திற்குப் பதிலாக மெண்டலிசத்தை வைப்பதற்கான முயற்சியாகவே கருதினார்கள். டார்வினிசத்தை வளர்ச்சியுறச் செய்துகொண்டிருந்த பரிணாம வாதிகள் புதிய டார்வினிஸ்டுகள் என்று அழைக்கப்பட்டு, அவர்கள் டார்வினினுடைய கோட்பாட்டிலிருந்த லாமார்க்கிய கருத்துகளை அகற்றிக்கொண்டிருந்த காரணத்தால் டார்வினுக்கு எதிராக வைக்கப்பட்டார்கள்.

புதியது ஆனால் நீண்ட காலம் மறக்கப்பட்டது

*1900*இல் மெண்டலின் விதிகள் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. ''கலப்பு இரத்தம்'' என்ற பழைய கருத்துகள் தூக்கி எறியப்பட்டன. சென்ற நூற்றாண்டில்கூடக் கலப்பினச் சேர்க்கை கலத்தல் எனக் கருதப்பட்டது. ஓர் இரத்தத்தில் மறறொன்று கரைந்து போதல் என்ற நேரடியான பொருளில் ''கலப்பு இரத்தம்'' என்பது பன்முறை பயன்படுத்தப்பட்டது. ஆனால், மரபுக்குணங்களின் தொடர்ச்சி

பகுக்க முடியாத மற்றும் கலக்க முடியாத மெண்டலீய காரணிகள் அல்லது ஜீன்களின் அடிப்படையில் அமைந்துள் ளது என்பது இப்போது தெளிவாகிறது. இந்தப் புதிய கருத்துகள் பரிணாமப் பிரச்சினை பற்றிய கருத்துகளை மாற்றாமலிருக்கவில்லை. ஆனால், வெவ்வேறு விஞ்ஞானி கள் அதை வெவ்வேறு வழிகளில் பார்த்தார்கள்.

பரிணாமக் கோட்பாட்டில் மிகுந்த குழப்பம் ஆகஸ்டு வீஸ்மனால் புகுத்தப்பட்டது. அவர் எவ்வாறு சுண்டெலிக ளின் இருபத்திரண்டு சந்ததிகளில் வாலை வெட்டினார் என்பதை நீங்கள் நினைவுபடுத்திக்கொள்வீர்கள். ஓர் உயிரி யால் அடையப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்பட முடியாத வை என்ற அவருடைய வலியுறுத்தல் சரியானதே. ஆனால், அவர் ஜெர்ம் பிளாசம் என்ற கோட்பாட்டையும் உருவாக் கினார். அது ஜெர்ம் பிளாசத்தில் எந்த மாற்றமும் ஏற்பட வாய்ப்பே இல்லை என்று கூறியது. மரபுக்குண வேறுபா டுகளுக்கு ஒரே ஒரு வழிதான், பெற்றோர்களின் ''கார ணிகள்'' கலத்தல்தான் மீதமிருந்தது. அந்த வழியில் புதி யதாக எதுவும் தோற்றுவிக்கப்பட முடியாது என்பது தெளி வு. வீஸ்மனின் கருத்துப்படி, ஓர் உயிர், நிரந்தரமான மற் றும் மாற்ற முடியாத ஜெர்ம் பிளாசத்திற்கு ஒரு கொள் கலனே அன்றி வேறு எதுவும் இல்லை.

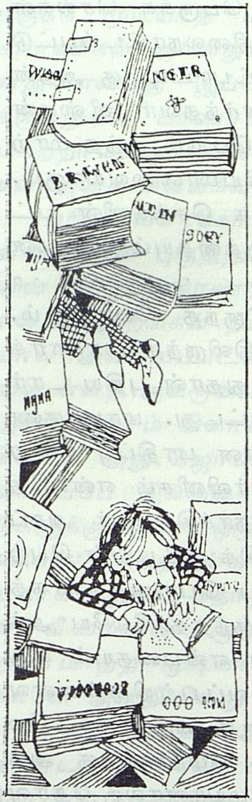
எனினும், வீஸ்மன் ஒரு பரிணாம வாதியாகவும், முன் னணி டார்வினிஸ்டாகவும் இருந்தார். அவர் ஜெர்ம் பாதைக் கோட்பாடு ஒன்றை உருவாக்கினார். ''இட்கள்'' ''இடாண் டுகள்'', ''காரணிகள்'' (Ids, idants, determinants) ஆகியவற்றைக் கொண்ட அவருடைய தோற்றம் வரிது பெற்றதாகவும், யூகப்பூர்வமானதாகவும் இருந்ததுடன் தவறு என்றும் நிரூபிக்கப்பட்டது. வீஸ்மனைப் பற்றி எழு தும்போது அவருடைய தவறுகளையும் மருட்சிகளையும் வலி யுறுத்தி, மிகைப்படுத்தி, அவருடைய கோட்பாட்டில் முக் கியமான அம்சங்களைக் கவனிக்காமல் விட்டு விடுவது அண் மை ஆண்டுகளில் சாதாரணமானதாகி விட்டது.

நிரந்தரமான மற்றும் மாற்ற முடியாத ஜெர்ம் ப்ளாசம் எனும் கோட்பாடு மறுதலிக்கப்பட்டு விட்டது. ஆனால், ஜெர்ம் பாதை எனும் கருத்து இன்னும் உள்ளது. உண்மை யில், உயிரினத்தின் ஒரு சந்ததியில் இருந்து மற்றொன்றுக்

குப் பண்புகளின் மாற்றம் பல இனப் பெருக்க செல்கள் மூலமே நடைபெறுகிறது. இது நன்கு நிலைநாட்டப்பட்டு விட்ட உண்மையாகும். பரிணாமக் கோட்பாட்டிற்கு அதன் முக்கியத்துவத்தை முதன்முதலாக உணர்ந்தவர் வீஸ்மன் தான். இனப் பெருக்க செல்களில் நடைபெறும் அந்த மாற்றங்கள் மட்டுமே பரிணாமத்திற்கு முக்கியமானவையாகும். ஜெர்ம் தேர்வு, அதாவது இனப்பெருக்க செல்களின் பட்டத்தில் நடைபெறும் தேர்வு என்ற கருத்தையும் வீஸ்மன் புகுத்தினார்.

வீஸ்மனின் தவறுகள் எதுவாக இருந்த போதிலும், அவர்தான் முதன்முதலாக டார்வினிசத்திலிருந்து லாமார்க்கிய கருத்துகளை அகற்றியவர். அப்போதுதான் புதிய டார்வினிசம் என்ற சொல் தோற்றுவிக்கப்பட்டது. மரபுக்குண வேறுபாடுகளில் சூழ்நிலையின் நேரடியான பாதிப்பு என்ற கருத்துகளிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்ட டார்வினிசம் என்பதே அதன் பொருள். ''முன்னேற்றத்தை நோக்கிய ஓர் அகப்போக்கு'' என்பதையும், ஒட்டைச்சிவிங்கிக் குட்டியின் பெற்றோர்கள் மரங்களிலிருந்து இலைகளைப் பெறுவதற்காகத் தங்கள் கழுத்துகளை நீட்ட வேண்டியிருந்ததாலேயே அக்குட்டியின் கழுத்து நீளமாக இருக்கிறது என்பதையும் ஒரு விஞ்ஞானி நம்புவாரானால், அவர் தேர்வைப் பற்றி எவ்வளவு கூறிய போதிலும் ஒரு டார்வினிஸ்டு ஆக மாட்டார். மேலும், மரபுக்குண வேறுபாடுகளின்மேல் சூழ்நிலைக்கு அத்தகைய நேரடியான பாதிப்பு இருக்குமேயானால், தேர்வு அநேகமாகத் தேவை இல்லாதே போகும். அல்லது என்றேனும் அது பரிணாமத்தின் உந்து விசையாக இருக்காது.

இயற்கைத் தேர்வை பரிணாமத்தின் அடிப்படையென டார்வினிசம் கருதுகிறது. மரபுக்குண வேறுபாடுகளின்மேல் வாழ்க்கை நிலைமைகளின் நேரடியான பாதிப்பு தேர்வின் மூலம் மட்டுமே செலுத்தப்படுகிறது. மரபுக்குண வேறுபாடுகள் அவற்றைப் பொறுத்த மட்டில் தற்செயலானவை. ஆனால், வாழ்க்கை நிலைமைகளுக்கு முற்றிலும் தகுந்த பண்புகள் சூழ்நிலையின் பாதிப்பால் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன. உண்மையில், புதிய டார்வினிசம் என்பது ஜெர்கின் தனது புதிரின் மூலம் டார்வினைக் குழப்பிய அந்தக் காலத்திற்கு முன்பு வரை, அவர் சிற்றினங்களின் தோற்றம் பற்



றிக் கைக்கொண்டிருந்த கருத்துகளை மீண்டும் கூறுவதே யாகும். [redacted] மெண்டலிசம் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்படுவதற்கு முன்பு வீஸ்மன் தனது கோட்பாடுகளை உருவாக்கினார். பரிணாமக்கோட்பாடு பற்றிய பிந்தைய விவாதங்கள் எப்போதும் மெண்டலிசத்தின் வளர்ச்சியோடு தொடர்புபடுத்தப்பட்டிருக்கவில்லை. புதிய டார்வினிசம் மற்றும் புதிய லமார்க்கிசம் இவற்றில் ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதே நல்லது. ஓர் உயிரினத்தால் அதன் ஆயுள் காலத்தில் அடையப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்பட முடியுமா, முடியாதா என்பதை நிர்ணயித்தலே சென்ற நூற்றாண்டின் முடிவில் முதன்மையான பிரச்சினையாக இருந்தது.

இந்த மாபெரும் விவாதத்தின் போது, எல்லோரும் காமெரெரைப் போன்று ஆய்வுக்கூடப் பரிசோதனைகளைச் செய்யவில்லை. பல விஞ்ஞானிகள் பரபரப்பான இந்தப் பிரச்சினைக்கு விடை காணும் நோக்கத்துடன் இயற்கையைப் பரிசீலனை செய்தார்கள், சிலர் நூலகங்கள், பண்டைச் சுவடிகள் இவற்றின் தூசியின் நடுவே உண்மையைத் தேடி மிகச் சுவையான பல கட்டுரைகளை வெளிக் கொணர்ந்தார்கள். எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் உயிரியால் அடையப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்படுவதில்லை என்ற கருத்து புதியதே அல்ல என்று தெரிந்தது. 1834இல் இயற்கையின் சர்வ வியாபக விதி என்ற ஆய்வுக்கட்டுரை வெளியிடப்பட்டது. அதில் 'இனப் பெருக்கத்தைப் பொருத்த மட்டில், ஒரு கால் வெட்டப்பட்ட மனிதன், வால்களும் வெட்டப்பட்ட விலங்குகளைப் போன்றே முழு மனிதன் ஆவான். ஏனெனில், முன்னவரின் குழந்தை ஒரு காலுடன் இருப்ப

தில்லை. அது போன்றே பின்னவற்றின் குட்டிகள் குட்டை யான காதுகளுடன் பிறப்பதில்லை. பசுக்கள் மற்றும் காளை களின் கொம்புகளை அறுத்து விட்டால் அவற்றின் கன்று களுக்குக் கொம்பு இருக்கும். ஆனால், ஏதோ ஓர் உள் அமைப்பினால் கொம்புகளன்று இருக்கும். ஒரு பசுவை (சில இடங்களில் அத்தகைய பசுக்கள் காணப்படுகின்றன) அதே போன்று கொம்பு இல்லாத காளையுடன் கலப்பினப் பெருக் கம் செய்தால், அதன் கன்றிற்கும் கொம்பு இருக்காது என்று கூறப்பட்டுள்ளது.

அந்த வரிகள் ருஷ்ய அகாடமீஷியன் கார்ல் பாயரால், —இவருடைய பெயர் நினைவு கொள்ளப்படுவதே இல்லை என்பது நியாயமற்றது—எழுதப்பட்டன. உயிரியலுக்கு (உயிரியலுக்கு மட்டுமல்ல) மாபெரும் சேவை செய்திருப் பதால், அவரைப் பற்றிச் சில வார்த்தைகள் கூற வேண்டும். பாயர் பிறப்பால் எஸ்தோனியாவைச் சேர்ந்தவர் அவர், தனது சொந்த நாட்டிலேயே கல்விகற்றார். அவர் ஒரு டாக் டராக விரும்பினார். பல்கலைக் கழகத்தில் பட்டம் பெற்ற பின்பு அவர் வெளி நாட்டில் தனது கல்வியைத் தொடர்ந் தார். அங்கு அவர் உயிரியலால் கவரப்பட்டு ஓர் இயற்கை வியலாளர் ஆனார். அவர் ருஷ்ய விஞ்ஞானப் பேரவைக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு நிரந்தரமாகத் தாய்நாடு திரும்பி விட் டார். அவர் மிகவும் முதிய வயதில் இறந்தார். அவர் பாதிக் குருடராக இருந்த போதிலும் இறக்கும் வரை அவர் தனது கட்டுரைகளை வாயால் கூறி எழுதச் செய்தார்.

பாயரின் மாபெரும் சேவை கருவியலுக்குச் செய்யப்பட் டது. ஹார்வி கோழி முட்டையின் வளர்ச்சியைப் பற்றி அவருக்கு முன்னரே ஆராய்ந்திருந்த போதிலும் அவர்தான் கருவினுடைய வளர்ச்சியின் நுணுக்கமான செயல் முறை அனைத்தையும் தெளிவாக்கியவர். உயிர் மரபியல் விதியின் கண்டுபிடிப்பில் அவர் முல்லருக்கும் ஹாக்கெலுக்கும் முன் னோடி ஆவார். அவ்விதியின்படி, ஓர் உயிரினத்தின் தனிப் பட்ட வளர்ச்சி, ஒரு சிற்றினத்தின் பரிணாமத்தைப் பொது வான முறையில் எடுத்துக் காட்டும் என்று கூறப்படுகிறது. அவர் பரிணாமவாதிகளில் ஒரு முன்னோடி ஆவார்.

ஆனால், அவருடைய நடவடிக்கைகள் தூய உயிரிய லோடு நின்று விடவில்லை. அவர், வோல்கா மற்றும் காஸ்பி

யன் மீன்பிடித் துறைகளை அமைப்பதில் பெரும் பங்கு ஆற்றினார். ‘பாயரின் விதி’ என்று அழைக்கப்படும் விதியை அவர் கண்டுபிடித்தார். அதன்படி வட அரைக் கோளத்தில் ஒரு நதியின் வலக் கரை, இடக் கரையைவிடப் பொதுவாக உயரமாக இருக்கும். பூமியின் சுழற்சியால் தோற்றுவிக்கப் படும் சக்திகளை இதற்குக் காரணமாகக் கூறினார். உயிரினத்தால் அடையப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்படக் கூடியவை அல்ல என்று முதன்முதலாக முடிவெடுத்தவர் பாயெர் தான்.

எனினும், அதை அவர் வலியுறுத்தி இருந்த போதிலும் பரிசோதனை மட்டுமே இறுதியான தீர்ப்பைக் கொடுக்க முடியும். பெற்றோர்களால் அடையப்பட்ட பண்புகள் அவர்களின் சேய்களுக்கு மாற்றப்படக் கூடியனவா என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளப் பல்வேறு நாடுகளைச் சேர்ந்த பல விஞ்ஞானிகள் பரிசோதனை செய்தார்கள். அப்பரிசோதனைகள் இரண்டில் ஒரு விளைவைக் கொடுத்தன. அவை உடனே எதிர்மறை விளைவுகளைக் கொடுத்தன அல்லது காமெரெரின் கதையை மீண்டும் கூறின. முதலில் அவை அடையப்பட்ட பண்புகள் சுவீகரிக்கப்படுதலை ஊர்ஜிதம் செய்வது போன்று தோன்றின. பின்னர் ஒரு தவறு கண்டுபிடிக்கப்பட்டு முடிவு மறுதலிக்கப்பட்டது. செய்யப்பட்ட நூற்றுக் கணக்கான பரிசோதனைகளில் ஒன்று கூட முடிவான சான்றை அளிக்கவில்லை.

மரபியலாளர்கள் தங்கள் பணியைத் தொடங்குகிறார்கள்

ஒரு வயலிலோ, நதிக் கரையிலோ அல்லது காட்டுப் புல்வெளியிலோ நீங்கள் ஏறத்தாழ ஒரு மீட்டர் உயரமுள்ளதும், இரவிலே மலருகின்ற மஞ்சள் பூக்களைக் கொண்டதுமான உயரமான செடிகளைப் பார்த்திருப்பீர்கள். அதன் சொந்த நாடு வட அமெரிக்காவாகும். கடல் கடந்த அதன் உள் நாட்டிலிருந்து அது ஐரோப்பாவிற்கு வந்த வியத்தகு விரைவுடன் பரவி ருஷ்யாவை அடைந்தது. அது நாம் மேலே கூறிய புகழ்பெற்ற பிரெஞ்சு உயிரியலாளரின் பெயரால் அழைக்கப்படும் ஓனதீரா லமார்க்கியானாவிற்கு நெருங்கிய உறவுடையது.

உயிரியல் பரிசோதனையாளர் ஒவ்வொருவருக்கும் பிடித்தமான ஒரு பரிசோதனைப் பொருள் உண்டு. மெண்டலுக்கு அது பட்டாணியாகவும், மார்கனுக்குப் பழ ஈயாகிய டிரோஸோபைலாவாகவும் இருந்தது. மெண்டலின் விதிகளைத் திரும்பக் கண்டுபிடித்த மூவரில் ஒருவரான பேராசிரியர் ஹ்யூகோ டிவ்ரைஸ் மாலைப் பிரிம்ரோஸைத் தேர்ந்தெடுத்தார்.

1880இல் அவர் அதில் அக்கறை கொண்டார். அவர் முதலில் அதை பாலை நிலத்தில் கண்டார். பின்னர் அவர் தனது தோட்டத்தில் அதற்கெனச் சில பாத்திகளை ஒதுக்கித் தனக்குப் பிடித்தமான செடிகளை வளர்க்கவும் கலப்பினப் பெருக்கம் செய்யவும் தொடங்கினார். ஓனோதீராவைப் பற்றி ஆராய்கையில் அவர் ஒரு விநோதமான நிகழ்வைக் கண்டார். எல்லா வகையிலும் ஒரே மாதிரியாக இருந்த செடிகளின் இடையே மிகவும் அரிதாக, ஆனால் மிகுந்த ஒழுங்குடன் புதிய வகைகள் தோன்றின. அவற்றில் சில, பாலை நிலத்தில் காணும் தாவரவியலாளர் அவற்றைப் புதிய சிற்றினங்கள் என்றே கருதிக்கொள்ளக்குடிய அளவிற்குப் பெற்றோர்களிடமிருந்து விரிவாக வேறுபட்டன. அதோடு இந்தப் புதிய வகைகள் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி கொண்டவையாக இருந்தன. டி விரைஸ் அவற்றைச் ''சடுதி மாற்றங்கள்'' என்று அழைத்தார். மெண்டலின் விதிகளைத் திரும்பவும் கண்டுபிடிப்பதற்கு அவை அடிப்படையாக இருந்தன.

ஓனதீராவின் சிற்றினங்கள் அனைத்தும் (அவற்றில் பலவற்றைக் கொண்டு டி விரைஸ் பரிசோதனை செய்தார்) சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கவில்லை. ஓனதீரா லமார்க்கியானா குறிப்பாக அடிக்கடி சடுதி மாற்றம் அடைந்தது. டி விரைஸ் வியப்பும் மகிழ்ச்சியும் அடைந்தார். புதிய ஒரு சிற்றினத்தின் பிறப்பை அவர் கண்டுகொண்டிருக்கவில்லையா? அவர் தனது சடுதி மாற்றக் கோட்பாட்டை உருவாக்கத் தொடங்கிப் பல ஆண்டுகள் அதில் ஆராய்ச்சி செய்து அதை மெய்ப்பித்தார்.

எனில், ஓனதீரா லமார்க்கியானாவில் இவ்வளவு ஒழுங்காகக் காணப்படும் ஒரு நிகழ்வு மற்ற செடிகளில் ஏன் காணப்படவில்லை? ஒரு வேளை நமது காலத்தில் மற்ற செடித்

தொகுதிகளில் சடுதி மாற்றம் நடைபெறாது இருக்க ஓன தீரா லமர்க்கியானா மட்டும் சடுதி மாற்றக் காலக் கட்டத் தில் இன்னும் இருக்கலாம் என்று டி விரைஸ் வாதிட்டார்.

அதுவரை நல்லது. புதிய மரபுக்குண மாற்றங்கள் தோன் றும் பாதை முடிவாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் அனைத்தும் டி விரைஸுக்குச் சாதகமாகவே நடந்தன. புதிய சிற்றினங்கள் அவருக்கு ஒரே நாளில் உண்டாயின. அவை பழைய சிற்றினங்களில் இருந்து தோன்றி, இதிகாசத்தில் இடிக்கடவுள் ஸ்யூஸின் தலையில் இருந்து அதீனா, ஆயுதம் முழுவதும் தாங்கி வெளிப்பட்டது போல, முற்றிலும் ஆயத் தமான நிலையில் வெளிப்பட்டன. ஆனால் புதிய சிற்றி னங்கள் உடனடியாகத் தோன்றுமானால், இயற்கைத் தேர் விற்கு என்ன வேலை? அவை அதன் உதவியின்றே தோன் றலாம். சிறந்த தேர்வு முறையில் சூழ்நிலைக்குப் போதுமான அளவு தக அமையாத சிற்றினங்களை அகற்ற மட்டும் செய் யலாம்.

டி விரைஸ் புதிய கோட்பாடு ஒன்றை உருவாக்கினார். ஒவ்வொரு சிற்றினத்தின் வரலாற்றிலும், அது வரப்போ கும் மாற்றங்களுக்குத் தன்னைத் தயார் செய்துகொள்ளும் சடுதி மாற்ற முன் காலங்களும், அதைத் தொடர்ந்து புதிய சிற்றினங்கள் உடனடியாக ஒரு தாண்டல் மூலம் தோன்றும் சடுதி மாற்றக் காலங்களும் உள்ளன என்று அவர் எண்ணி னார். இந்தக் காலங்கள் வெளிப் புறச் சூழ்நிலையுடன் தொடர்பு படுத்தப்பட்டிருந்தனவா? இல்லவே இல்லை போலும். பரிணாமம் ஏதோ ஓர் அகக் காரணத்தால் தோற் றுவிக்கப்படுவது போன்று தோன்றியது.

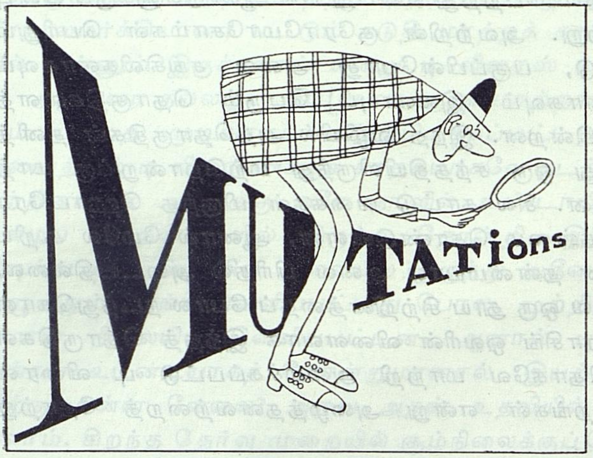
சடுதி மாற்றக் கிரியையில் மிகச் சில சிற்றினங்களே ஈடு பட்டிருப்பது ஏன்? அது எல்லாக் காலங்களிலும் ஒரே விரை வுடன் நடைபெறுவதில்லை என டி விரைஸ் கருதத் தொடங் கினார். சடுதி மாற்றங்கள் ஒரு காலத்தில் இப்போதிருப் பதைவிட அடிக்கடி நிகழ்ந்தன. பரிணாமக் கிரியை படிப் படியாக முடிவிற்கு வந்து கொண்டிருக்கிறது என்று அவர் முடிவெடுத்தார்.

பேராசிரியர் டி விரைஸை ஓனதீரா ஏமாற்றி விட்டது. இந்தப் பேரிணத்தின் சில வகைகளில் (ஓனதீரா லமார்க்கி யான உள்ளிட) பண்புகளின் மாற்றம் அசாதாரணமான

முறையில் நடைபெற்றது என்பது பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு தெளிவாயிற்று. அவற்றின் குரோமோசோம்கள் பெரிதும் மாற்றப்பட்டு, பகுப்பின்போது அவை சங்கிலிகளாகவும் வளையங்களாகவும் இணையும் பெரும் தொகுதிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த வழியில் அத்தொகுதிகள் தனித்துப் பிரியாது ஒரு சந்ததியிலிருந்து மற்றொன்றுக்கு மாற்றப்படுகின்றன. சில காட்டு வகைகள் மிகுந்த ஹொடரோஸைகோட் தன்மை கொண்டுள்ளன. ஆனால் மேலே கூறிய விநோதமான தன்மையால் அவை பிரிதல் அடைவதில்லை. மற்றும் அவை ஒரு தூய சிற்றினத்தைப் போல நடந்துகொள்கின்றன. கிராசிங் ஓவரின் விளைவாக இந்தத் தொருதிகள் மிகவும் அரிதாகவே மாற்றி அமைக்கப்பட்டு டி விரைஸ் சடுதி மாற்றங்கள் என்று அழைத்தனவற்றைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

மரபியலாளர்கள் இப்போது, தனிப்பட்ட ஜீன்களில் மரபியலான மாற்றங்கள் என்ற பொருளிலும் சடுதி மாற்றங்கள் என்று கூறுகிறார்கள். டிரோஸோபைலாவில் மார்கனும், அவரது சகாக்களும் கண்ட மாற்றப்பட்ட பண்புகளையே (மாற்றப்பட்ட கண் அல்லது உடல் நிறம், இறக்கையின் நரம்பமைப்பு, ரோமங்களின் இருப்பிடம்) நாம் சடுதி மாற்றம் என்று குறிப்பிடுகிறோம். அவை பரிணாமத்திற்கு உண்மையில் அடிப்படைப் பொருளாகச் செயல் படுகின்றன என்பதை நாம் விரைவில் காண்போம். அதைப் பொறுத்த மட்டில் டி விரைஸ் கூறியது சரியே. டி விரைஸைப் போன்று அதே ஆண்டில் ருஷ்யத் தாவரவியலாளர் ஸெர்ஜி கோர்ஷின்ஸ்கி தனது ஹெடெரோஜெனிசிஸ் (Heterogenesis—தன்னொத்த இனப்பெற்றோரிடமிருந்து தோன்றாமை) கோட்பாட்டில் திடீரென்று ஏற்படும் மரபியலான மாற்றங்கள் அல்லது தாண்டல்கள் இவற்றின் பரிணாம முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்தார்.

ஆனால், ஒரு வழியில் பார்க்கும்பொழுது டி விரைஸின் சடுதி மாற்றங்கள் புதிய மாற்றங்கள் அல்ல. ஒனதீராவின் செல் மரபியல் தன்மையின் விளைவாக அவை நீண்ட காலம் வரை மறைமுகமாக நீடிக்கின்றன. மறுபுறம் பார்த்தால் அவை அடிப்படை வேறுபாடுகள் (உண்மையான சடுதி மாற்றங்களைப் போல) அல்ல. ஆனால், அவை மாற்றங்களின்



ஒரு தொகுதியாகும். அவை உண்மையிலேயே தனிப்பட்ட வகைகளாக இருந்த போதிலும் புதிய வகைகள் அல்ல. ஓனதீராவினுடைய சடுதி மாற்றங்களின் அசாதாரணமான தன்மை, பரிணாமக் கிரியை அனைத்தையும் பற்றிய ஒரு தவறான கண்ணோட்டத்திற்கு டி விரைஸை இட்டுச் சென்றது.

டி விரைஸுக்கு எதிர்ப்புத் தெரிவிக்கப்பட்டது. அவருடைய நாட்டையே சேர்ந்த பேராசிரியர் ஜே.பி.லாட்ஸி அவருடைய எதிராளிகளில் ஒருவராவார். அவர் அழகுச் செடிகளான ஸ்னாப்டிராகன், கார்னேடின் ஆகியவற்றில் சிற்றினங்களின் இடையான கலப்பினங்களை ஆராய்ச்சி செய்திருந்தார். அவை சாக்கிரதையும், கவனமும் மிக்க மெண்டலால் ஆராயப்பட்ட கலப்பினங்களைப் போன்றவை அல்ல. மெண்டல், ஒன்று அல்லது இரண்டு ஜோடிப் பண்டுகளில் மட்டுமே வேறுபட்ட வகைகளையே கலப்பினச் சேர்க்கை செய்தார். எண்ணற்ற பண்புகளில வேறுபடும் சிற்றினங்களைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வது, சேய்களின் எண்ணற்ற வகைகளைத் தருவதால் அவற்றை வகைப்படுத்துவது முற்றிலும் சாத்தியமற்றதாக உள்ளன. அத்தகைய கலப்பினச் சேர்க்கைகள், காயெர்ட்னெர், நாடின் மற்றும் மெண்டலுக்கு முந்திய பிறர் ஆகியோரால் செய்யப்பட்டன.

சிற்றினத்திற்குள் கலப்பினச்சேர்க்கை செய்யத்தொடங்கிய மெண்டல் சரியான திசையில் அடி எடுத்துவைத்தார். ஆனால் லாட்ஸி பின்னோக்கி ஓர் அடி எடுத்துவைத்தார். சிற்றினங்களுக்கு இடையான கலப்பினச்சேர்க்கையால் தோன்றும் சேய்களிடையே அவர் கண்ட பல தரப்பட்ட வகைகளைக் கண்டுகவரப்பட்டு, அவர் கலப்பினச்சேர்க்கை ஒன்றே பரிணாமத்திற்குக் காரணம் என்று கருதத்தொடங்கினார். சொல்லப்போனால், ஸ்னப்டிராகனின் (Snapdragon) சந்ததிகளிடையே இந்தப் ''புதிய சிற்றினங்களை'' அவர் தனது சொந்தக்கண்களாலேயே பார்க்க முடிந்தது.

ஓர் உயிரியால் அடையப்பட்ட பண்புகள், மாற்றங்கள் என்று அழைக்கப்பட்ட அவை, சுவீகரிக்கப்படக் கூடியவை அல்ல என்பதையும், எனவே அவை பரிணாமத்திற்குரிய பொருளாகச் செயல்பட முடியாது என்பதையும் லாட்ஸி அறிந்திருந்தார். வேறு எது அவ்வாறு செயல்படக் கூடும்? டி விரைஸின் சடுதி மாற்றங்களா? அவற்றைப் புதிய மரபியல் மாற்றங்கள் என ஏற்றுக்கொள்ள லாட்ஸி உறுதியாக மறுத்தார். சிற்றினங்கள் உருவாவதற்குக் கலப்பினச் சேர்க்கை முக்கியமானது என்ற கருத்தின் ஆதரவாளர் என்ற முறையில் லாட்ஸி, டி விரைஸின் சடுதி மாற்றங்களும் கலப்பினச் சேர்க்கையின் விளைவே என்று கருதினார்.

அவை அவ்வாறே இருக்குமேயானால், பரிணாமத்திற்கான ஒரே செயல்முறை கலப்பினச் சேர்க்கைதான். ஆனால், சிற்றினங்கள் மரபியல் ரீதியில் ஒரு படித்தானவை என்றும், கலப்பினச் சேர்க்கை என்பது எவை முன்கூட்டியே உள்ளனவோ, எப்போதும் இருந்து வந்துள்ளனவோ, அவற்றின் மறு பிணைப்பிற்குத்தான் இட்டுச் செல்லும் எனக் கருதினார். அவர் ''பரிணாமத்தில் சிற்றினங்களின் நிரந்தரம்'' என்ற கோட்பாட்டை உருவாக்கினார். சிற்றினங்கள் நிரந்தரமாக இருக்குமேயானால், சிறு மரபியல் மாற்றங்கள் உடைய தேர்வின் விளைவாகப் பரிணாமம் என்பது சாத்தியமற்றதாகும். டார்வின் கூறியது தவறு என்பதே அதன் பொருள். இந்த முடிவிற்குத்தான் லாட்ஸி வந்தார்.

மரபியல் மாற்றங்களின் வகைகள் அனைத்திலும், ஜீன்கள் அழிக்கப்படுதல் என்பதை மட்டுமே லாட்ஸி ஏற்றுக்கொண்டார். ஏற்கெனவே உள்ள ''ஜீன் தொகுப்புகளின்''

மறு பிணைப்பும் அதனோடு ஜீன்கள் நீக்கப்படுவதன் விளை வாக ஏற்படும் படிப்படியான பின்னேற்றமுமின்றிச் சிற் றினத்தினுடைய வளர்ச்சியின் வரலாறு வேறு எதுவும் இல்லை என்பது இதிலிருந்து தொடர்கிறது.

ஆனால், இப்போது உள்ள வேறுபட்ட உயிரினங்கள் எங்கிருந்து தோன்றின? அதை விளக்குவதற்காக, லாட்ஸி, உயிரினங்கள் அனைத்தும் ஒரே மூதாதை வகையில் இருந்து தோன்றின என்ற கருத்தைக் கை விட்டுவிட்டு, அதற்கு மாறாக பல தரப்பட்ட எண்ணற்ற வகைகள் தனித்தனியாக முதலில் தோன்றின என்று வலியுறுத்தினார். உயிருள்ள பொருளுக்கும், உயிரற்ற பொருளுக்குமிடையே அவர் ஓர் ஒப்புமையைக் காட்ட முயற்சித்தார். ஜீன்களை இராசா யன மூலகங்களுக்கும், அவற்றின் பல தரப்பட்ட கலவைக ளைச் சிற்றினங்களின் தோற்றம் என்னும் கிரியைக்கும் ஒப் பிட்டார். இவ்வாறு அவர் டார்வினிசத்திலிருந்து தொடங்கி, அதி தீவிரமான டார்வின்-எதிர்ப்புவாதத்தைச் சென்று அடைந்தார்.

வகைகளின் வளர்ச்சியில் தேர்வின் பங்கைப் பற்றி புகழ் பெற்ற டேனிஷ் மரபியலாளர் டபிள்யு ஜொஹான்சென் விரிவாக மற்றும் தனிச் செறிவூட்டக்கூடிய ஆராய்ச்சி செய் தார். அவருடைய பரிசோதனைகள் துல்லியத்திற்கும், இணங்க வைப்பதற்கும் ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். மெண்ட லைப் போன்றே அவரும், ஆராய்ச்சிப் பொருளைத் தேர்ந் தெடுப்பதில் மிகுந்த கவனம் காட்டியதுடன், தன்மகரந்தச் சேர்க்கை முறையையே தேர்ந்தும் எடுத்தார். அவர் பிரின் ஸெஸ் (Princess) வகையைச் சேர்ந்த கிட்னி மொச்சை யைக் (Kidney beans —குட்டையான பிரஞ்சு மொச்சை வகை) கொண்டு பரிசோதனை செய்தார்.

ஜொஹான்ஸென் செய்த ஆராய்ச்சிகள் மிகவும் அலுப் பூட்டுவையாகும். அவர் மொச்சைகளை விதைத்தார். அறு வடை செய்தார். பின்னர் விதைகளை அளந்தார். அவர் ஒவ்வொரு செடியில் இருந்தும் விதைகளைத் தனித்த னியே சேகரித்து, அளந்து மிகத் துல்லியமாக அதைச் செய் தார். பின்னர், அவை அளவைப் பொருத்து மொத்த அறு வடையிலும், தனித்தனிச் செடிகளின் சந்ததிகளிலும் எவ் வாறு விநியோகிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதைக் காட்டும் வரை

கோடுகளை வரைந்தார். விதைகள் அளவில் விரிவாக வேறு பட்டன. அவை செடிக்குச் செடி மட்டுமின்றி, ஒரே செடி யில் இருந்து சேகரிக்கப்பட்ட விதைகளிலும் பெரியதும் சிறியதும் இருந்தன.

பின்னர் ஜொஹான்ஸென் விதைகளைத் தேர்ந்தெடுக் கத் தொடங்கினார். அதை அவர் இரட்டை முறையில் செய் தார். ஒரு பக்கத்தில் அவர் அவருக்கு முன் மற்றவர் அனை வரும் செய்தது போலச் செய்தார். அவர் மொத்த அறுவ டையில் இருந்து மிகப் பெரிய விதைகளையும், மிகச் சிறிய விதைகளையும் தேர்ந்தெடுத்து விதைத்தார் அவற்றின் சந் ததிகளையும் அவ்வாறே தொடர்ந்து செய்தார். மற்றவர் களைப் போலவே அவரும் கணிசமான விளைவுகளைப் பெற்றார். ஒன்றின் விதைகளின் சராசரி அளவு அதிகரித் தது. மற்றொன்றில் குறைந்தது. ஆனால் ஜொஹான்ஸென் அதோடு நிறுத்திக்கொள்ளவில்லை.

மேலும் அவர் (ஒரே வழி முறையில்,) அதாவது ஒரே ஒரு செடியின் சந்ததிகளிடையே தேர்வு செய்தார். அத னால்தான் அவருடைய பரிசோதனைகளுக்குத் தன்மகரந் தச் சேர்க்கை அவ்வளவு முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக இருந் தது. சேய்கள் அனைத்தும் மரபியல் ரீதியில் ஒருபடித்தான வையாக இருந்தன. விதைகளின் அளவு ஒரே வழிமுறைத் தேர்வு என்ற வரம்புகளுக்குள்ளே விரிவாக வேறுபட்ட போதிலும் தேர்வில் அது பாதிக்கவில்லை. தேர்வு எவ் வளவு நீண்ட காலம் செய்யப்பட்ட போதிலும் விதைகளின் சராசரி அளவு மாறாதிருந்தது. வேறுபாட்டின் வீச்சும் மாறாதிருந்தது.

ஒரேவழி முறைத் தேர்வு பயனற்றது என்பதே ஜொஹான்ஸென் தனது துல்லியமான பரிசோதனைகளிலி ருந்து பெற்ற முடிவாகும். அது மிகவும் முக்கியமான ஒரு முடிவாகும். ஒரு பக்கத்தில் அது, மாறுபாடுகள்—அதாவது மாதிரிப் பொருள்களின் தனிப்பட்ட வளர்ச்சியின்போது ஒரேவழி முறையில் தோன்றும் வேறுபாடுகள்—பரிணாமத் திற்குத் தேவையான பொருளைக் கொடுக்க முடியாது என் பதைத் தெளிவாக்கியது. மற்றொரு பக்கத்தில் அவரது பரிசோதனைகள், உயிரினங்களின் மரபியல் ரீதியில் பல

படித்தான தொகுதிகளில் மட்டுமே தேர்வு பயனுள்ளதாக் இருக்கிறது என்பதை எடுத்துக் காட்டின.

ஜொஹான்ஸென் தனது பரிசோதனைகளைத் தொடங்கிய போது சடுதி மாற்றங்களைப் பற்றி அநேகமாக ஒன்றுமே தெரிந்திருக்கவில்லை. ஒரு வேளை அதனால்தான் அவர் உடனடியாக அடுத்த அடியை எடுக்கவில்லையோ என்பதோடு, பரிணாமத்தில் புதிய மரபியல் மாற்றங்களின் முக்கியத்துவத்தைப் பற்றிய முடிவுகளையும் எடுக்கவில்லை போலும். முதலில் அவர், பரிணாமக் கோட்பாட்டு வளர்ச்சியில் மரபியலின் முக்கியத்துவத்தைக் குறைத்து மதிப்பிட்டார். ஆனால், சிறிது காலத்திற்குப் பின்பு அவர் பரிணாமம் மற்றும் மரபியல் பிரச்சினைகள் பற்றிச் செயலுக்கமான மற்றும் பயனுள்ள ஆராய்ச்சியைச் செய்த மரபியலாளர்களில் ஒருவரானார்.

ஜொஹான்ஸெனைப் பற்றிப் பேசும்போது 'ஜீன்' என்ற சொல்லைத் தோற்றுவித்தவர் அவர்தான் என்பதை நாம் அவசியம் நினைவுகூர வேண்டும். அவர்தான் ஜீன்கள் மற்றும் மரபியலின் ஞானத்தந்தை ஆவார்.

டி விரைஸின் சடுதி மாற்றக் கோட்பாடு, பரிணாமத்தில் சிற்றினங்களின் நிரந்தரம் எனும் லாட்ஸியின் கோட்பாடு, ஜொஹான்ஸெனின் ஒரேவழி முறைச் சோதனைகள் ஆகியவை இந்த நூற்றாண்டின் முதல் ஆண்டுகளை ஒட்டியவை. அந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் மெண்டலின் விதிகள் ஏற்கெனவே திரும்பக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டன. மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி பற்றிய குரோமோசோம் கோட்பாடு உருவாக்கப்பட்டுக்கொண்டிருந்தது, மரபியலை மேலும் ஓர் உயர்ந்த மட்டத்திற்கு உயர்த்தியதும், மார்கன் குழுவினரால் டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு செய்யப்பட்டதுமான அற்புதமான ஆராய்ச்சி இன்னும் மேற்கொள்ளப்படாதிருந்தது. புதிய மரபியல் பண்புகள் வெளிப்படுவதற்கான வாய்ப்பு பற்றிய தெளிவான கருத்துகள் இல்லாதிருந்ததே, பரிணாமம் மற்றும் மரபியல் பற்றிய தொடக்கக் காலக் கோட்பாடுகளின் பலவீனமான பகுதியாக இருந்தது. எங்கு அவை இருக்கவில்லையோ அங்கே அவற்றை டி விரைஸ் கண்டார். அவை சாத்தியம் என்பதையே லாட்ஸி மறுத்தார்.

ஆனால், புதிய மரபியல் பண்புகள் தோன்றத்தான்

செய்கின்றன என்பது கொலம்பியாவில் மார்கனின் ஆய்வுக்குடம் டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு பரிசோதனைகளைத் தொடங்கிய உடனேயே தெளிவாயிற்று. சோர்வற்ற அந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் நூற்றுக்கணக்கான சடுதி மாற்றங்களை, புதிய மரபியல் மாற்றங்களைக் கண்டார்கள். பரிணாமக் கிரியைக்கு அடிப்படையான பொருள் இங்குதான் உள்ளது.

ஆனால், இன்று தோன்றுவது போல அது அன்று அவ்வளவு எளிதாக இருக்கவில்லை. சடுதி மாற்றங்கள் தோன்றத்தான் செய்கின்றன என்பதை ஆட்சேபிப்பது கேலிக்கூத்தானதாக இருந்திருக்கும். ஆனால், அவற்றை என்னவென்று கருதுவது, பரிணாமத்தில் அவற்றிற்கு என்ன பங்கை ஒதுக்குவது என்பது முற்றிலும் வேறுபட்ட வினாவாகும்.

எடுத்துக்காட்டாக, இங்கிலாந்தில் வில்லியம் பேட்ஸன் எனும் சிறப்பு மிக்க விலங்கியல் மற்றும் மரபியலாளர் இருந்தார். அவருடைய பெயரை நாம் ஏற்கெனவே பல சந்தர்ப்பங்களில் குறிப்பிட்டிருக்கிறோம். டார்வினிசத்திலிருந்து லமார்க்கியக் கருத்துகளை அகற்றுவதிலும், மெண்டலிசத்தை வளர்ப்பதிலும் அவர் பெரும் பங்கு ஆற்றினார். சுருங்கச் சொன்னால், பேட்ஸன் ஒரு புகழ் வாய்ந்த மரபியலாளர் ஆவார். சடுதி மாற்றங்களின் தன்மை பற்றிப் பெரிதும் சிந்தித்திருந்த அவருக்கு ஒரு புத்தி கூர்மையான (முற்றிலும் புதுமையானதாக இல்லாதிருந்த போதிலும்) கருத்துத் தோன்றியது. மரபியல் மாற்றங்கள் அனைத்தையும் ஒரு குறிப்பிட்ட பண்பு இருப்பது, அல்லது இல்லாதிருப்பது என்ற மட்டத்திற்குக் குறைத்து விடலாம். இந்தப் பண்பு உருவாவதற்குக் காரணமான ஜீன், உயிரினத்தின் செல்களில் இருப்பது அல்லது இல்லாமலிருப்பது என்பதைக் கொண்டு அதை விளக்கலாம். எனவே, மரபியல் வேறுபாடுகள் அனைத்தையும் பேட்ஸன் ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன் இருப்பது அல்லது இல்லாதிருப்பது என்ற அடிப்படையில் விளக்கத் தொடங்கினார். எனவே, அவருடைய கோட்பாடு இருப்பு-இன்மைக் கோட்பாடு என அழைக்கப்பட்டது. அதில் உண்மையின் உள்கூறு ஒன்று இருந்தது. சில சந்தர்ப்பங்களில் மரபியல் பண்புகள் ஜீன்கள் இல்லாதிருப்பதுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன என்பதை இன்று நாம் உறுதியாக அறி

வோம். ஆனால் அது எப்போதும் அப்படித்தான் உள்ளது என்று பேட்ஸன் வலியுறுத்தினார்.

அவர் தனது கோட்பாட்டை ஆர்வமுடன் முன்வைத்தார். மற்றும் அவர் ஏற்கெனவே புகழ்மிக்கவராகவும், செல்வாக்கு உடையவராகவும் இருந்ததால், அவருடைய கோட்பாட்டைப் பலர் நம்பினர். பேட்ஸனின் கோட்பாடு முன்னோடியானதல்ல. டார்வினின் எதிராளியான லாட்ஸி, ஜீன்கள் அழிக்கப்படுவதாலேயே புதிய மரபுப் பண்புகள் தோன்றுகின்றன என்று ஏற்கெனவே வலியுறுத்தி இருந்தார். பேட்ஸனும் அதே மாதிரியான முடிவுகளுக்கு வந்தார் என்பது தர்க்க ரீதியானதே. 1926இல் அவர் மரணமடைவதற்குச் சிறிது முந்திய காலத்தில் அவர் பரிணாமத்திற்கு எந்தச் சான்றும் விஞ்ஞானத்தில் இல்லை என்று கூறத் தொடங்கினார். புதிய சிற்றினங்கள் உலகில் தோன்றுகின்றன என்று கருதினார். ஆனால் இது நம்பிக்கையைப் பொருத்த விஷயமே என்று வலியுறுத்தினார். நாம் பல்வேறு வகையான மாற்றங்களைக் காணலாம். ஆனால் சிற்றினங்களின் தோற்றத்தை அல்ல என்று அவர் கூறினார்.

டார்வினிசம் ஒரு முட்டுச்சந்தை அடைந்து விட்டதா? இல்லவே இல்லை. தங்களது ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து செய்துகொண்டும் இனம் மரபியலின் கண்டுபிடிப்புகளைப் பரிணாமக் கோட்பாட்டிற்குப் பிரயோகப்படுத்தும் முயற்சிகளை எதிர்த்துக்கொண்டும் இருந்த டார்வினிஸ்டுகள் இருக்கத்தான் செய்தார்கள். மரபியலாளர்களும், மரபியல் தொடர்ச்சி பற்றிய குரோமோசோம் கோட்பாட்டை உருவாக்கிக்கொண்டு சுறுசுறுப்பாக இயங்கிக்கொண்டிருந்தார்கள். நாம் இப்போது கூறிய மரபியலுக்கும் டார்வினிசத்திற்கும் இடையேயான விளையாட்டுக் காதல் முயற்சிகள் தோல்வியுற்றன. அவற்றிடையே 'திருமண நிச்சயதார்த்தம்' நடைபெறுவதற்கு முன் நீண்ட காலம் காத்திருக்க வேண்டி இருந்தது.

ஒரு வெள்ளைக் காகத்தின் தலைவிதி

வைக்கோற்போரில் ஓர் ஊசியைத் தேடுவது என்பது சாத்தியமற்ற முயற்சி என்பது பழமொழி. ஆனால் அதைவிடச் சாத்தியமற்ற பிரச்சினைகளும் உள்ளன. அட்லாண்

டிக் பெருங்கடலிலோ ஒரு வாளித் தண்ணீரிலோ கூட, ஒரு துளிமையைத் தேட முயற்சிசெய்யுங்கள். ஒருவாளியில் ஒரு துளிமையை விட்டு விதைத் திரும்பப் பெற முயற்சிசெய்யுங்கள். கண்ணாடிக்குவளையில் உள்ள நீரில் கூட அதைக் கண்டுபிடிப்பது கஷ்டம், ஏனெனில் அது அங்கே இருக்காது. அது நீர்த்தப்பட்டிருக்கும், வைக்கோற்போரில் ஊசிகளைப் பொருத்த மட்டில், அவற்றைக் கண்டுபிடிப்பது கஷ்டம் என்பது உண்மையே. ஆனால், அவை கண்டுபிடிக்கப் படும் வரை அங்கே இருக்கவாவது செய்கின்றன. அது அதிஷ்டத்தைப் பொருத்த ஒரு விஷயம். அதை நீங்கள் தேடத் தொடங்கினால், ஒரு வேளைஅதைக்கண்டுபிடிக் காமல் இருக்கலாம். ஆனால் அந்த வைக்கோற்போரில் நீங்கள் தூங்கினீர்களானால், அந்த ஊசி உங்களது வலப் பக்கத்தில் குத்தினாலும் குத்தலாம்.

இப்போது நாம் 'ஜென்கின்ஸின் புதிருக்கு' மீண்டும் வருகிறோம். அதற்கு விடை காணும் வரை டார்வினிசத் தால் முன்னேற முடியாது. மரபியல் மட்டுமே அதற்கு விடை அளிக்க முடியும். அங்குதான் ''நிச்சயதார்த்தம்'' தொடங்கி இருக்க வேண்டும். இன்மை-இருப்புக் கோட்பாடு, ஒன்றுக் குப் பதிலாக, அப்புதிருக்கான விடைதான் டார்வினிசத்திற் கும் மரபியலுக்கும் இடையே ஒரு காதல் திருமணத்திற்கு அடிப்படையாக இருந்திருக்கும்.

அந்த இடத்தில் துல்லியமாகத் தொடங்கிய ஆராய்ச்சி யாளர்கள் இருந்தார்கள். ஆனால், அவர்கள் மரபியலாளர் களாகவோ, டார்வினிஸ்டுகளாகவோ இருக்கவில்லை. 'ஜென்கின்ஸின் புதிரை' உருவாக்கியவர் எவ்வாறு, ஓர் உயிரியலாளராக இருக்கவில்லையோ அது போன்றே அதை விடுவித்தவரும் ஓர் உயிரியலாளராக இருக்கவில்லை.

ஆயிரக்கணக்கான கருப்புக் காகங்களிடையே ஒரு வெள் ளைக் காகம் தோன்றியது என்ன இது — பெருங்கடலில் ஒரு துளியா அல்லது வைக்கோற்போரில் ஓர் ஊசியா? பெருங்கடலில் ஒரு துளி அல்லவே அல்ல. வெள்ளைக் காகம் என்பது ஒரு காகந்தான். மற்றும் அது சாகும் வரை அவ் வாறே இருக்கும். ஆயிரக்கணக்கான காகங்களிடையே அதைக் கண்டுபிடிப்பது கஷ்டமா இல்லையா என்பது அல்ல பிரச்சினை. அது கரைந்தாவது போகாது. ஆனால், அது

இறந்த பின் என்ன நேரிடும்? வெள்ளைக் காகத்திற்கே அல்ல, அதனுடைய சந்ததிக்கு என்ன நேரிடும்? வெண்மை என்பது மரபுப் பண்பாகும். அதுவும் அடங்கு பண்பாகும். ஒரே ஒரு வெள்ளைக் காகம் ஒரு கருப்பு ஆண் காகத்துடன் இணைந்து கருப்புக் குஞ்சுகளை ஈனும். ஆனால் அவை வெளித் தோற்றத்தில் மட்டுமே கருப்பாக இருக்கும். ஏனெனில், அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் கருப்பு நிறத்திற்கான ஆதிக்க ஜீனுடன் வெள்ளை நிறத்திற்கான மறைமுகச் சடுதி மாற்றத்தையும் கொண்டிருக்கும், பிந்தைய சந்ததிகளில் இந்த ஜீன்களுக்கு என்ன நேரிடும்?

இது நாம் பரிசீலனை செய்ய வேண்டிய ஒரு கேள்வியாகும். மீண்டும் நம் முன் அதே இக்கட்டான நிலைமை தோன்றுகிறது—ஒரு துளிமையா, ஓர் ஊசியா? மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி ''இரத்தத்தின் கலப்பு'' என்று டார்வின் மற்றும் ஜென்கின்ஸின் காலத்தில் கருதப்பட்டது. வெண்மை நிறத்திற்கான மரபியல் போக்கு பெருங்கடலில் ஒரு துளி போக்கு பெருங்கடலில் ஒரு துளி என்றே கருதப்பட்டிருக்கும். அது அப்படி இருக்குமேயானால், உலகில் விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்களின் வெவ்வேறு சிற்றினங்கள் இருப்பதே வியப்பாக உள்ளது. பார்க்கப் போனால், நாம் கூட ஏன் இருக்கிறோம்?

ஆனால், மரபியல் அமிசங்கள் திரவத் துளிகள் அல்ல

வென்றும், அவை பகுக்க முடியாத துகள் போல நடந்து கொள்கின்றன என்றும் மெண்டல் நிரூபித்தார். அவற்றை இப்போது நாம் ஜீன்கள் என்கிறோம். எனவே, வெண்மை நிறத்திற்கான ஜீனைப் பெருங்கடலில் ஒரு துளிக்குப் பதிலாக, வைக்கோற்போரில் உள்ள ஓர் ஊசிக்கு ஒப்பிடலாம். அதனால் என்ன? வெளிப்படையாகச் சொன்னால், ஒன்றுமே இல்லை. மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் துகள் எனும் கருத்தை ஏற்றுக்கொண்ட போதிலுங்கூட, தனிப்பட்ட மற்றும் தற்செயலான மாற்றங்கள் பரிணாமத்தில் என்ன முக்கியத்துவத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன என்பது இன்னும் கஷ்டமான பிரச்சினையாகத்தான் உள்ளது. இதற்கு விடையை மந்திரத்தால் வரவழைக்க முடியாது. அதற்குத் துல்லியமான கணக்கீடுகள் தேவைப்படுகின்றன.

இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்க ஆண்டுகளில் மெண்டலின் விதிகள் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதைத் தொடர்ந்து இயற்கையான உயிர்த் தொகுதிகளில்—உயிரினங்களின் சமூகங்களில்—ஏற்படும் மரபியல் மாற்றங்களின் தலைவிதி பற்றிய பிரச்சினை உயிரியலாளர்களிடையே ஓர் ஆர்வத்தைத் தூண்டிவிட்டது.

புகழ் பெற்ற பிரிட்டீஷ் கணிதவியலாளரான கார்ல் பியர்ஸன், ''மாற்று வேறுபடுந்தன்மை பற்றிய — குறிப்பாக மெண்டலின் விதிகளைப் பொருத்து—ஒரு பொதுவான கோட்பாடு'' என்ற தெளிவற்ற தலைப்புடைய ஒரு கட்டுரையைத் 'தத்துவ ஞானக் கழகத்தின் நடவடிக்கைகள்' என்று சஞ்சிகையில் 1904இல் வெளியிட்டார். அதன் உள்பொருள் மேலும் தெளிவற்றதாக (உண்மையில், உயிரியலாளர்களுக்குத்தான்) இருந்தது. ஏனெனில், அது முதன்மையாகக் கணிதப் பூர்வமாக இருந்தது.

நான்கு ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு, ஜீ.எச். ஹார்டி என்ற மற்றொரு பிரிட்டீஷ் கணிதவியலாளர் அமெரிக்கச் சஞ்சிகையாகிய சையன்ஸில் 'கலப்பு உயிர்த் தொகுதி ஒன்றில் மெண்டலின் விகிதாசாரங்கள்' என்ற ஒரு சிறு கட்டுரையை வெளியிட்டார். அது எளிய முறையில் எழுதப்பட்டு, சில மரபியலாளர்களின் கவனத்தை உடனடியாகக் கவர்ந்தது. இந்தச் சிறிய கட்டுரை ''ஜென்கினின் புதிரை'' முடிவாக விடுவித்தது. அதுவும் முற்றிலும் துல்லியமாக விடுவித்தது.

ஏனெனில், அது கணிதப் பூர்வமாக இருந்தது. ஹார்டி என்ன செய்தார்?

சரிசம வாய்ப்புள்ள கலப்பினச் சேர்க்கைகளில் சமநிலை விதி என்ற அதியை அவர் கண்டுபிடித்து நிருபித்தார். அது ஹார்டியின் விதி (அல்லது ஹார்டி மற்றும் வீன்பெர்கின் சம நிலை விதி) என்று உலகெங்கும் அழைக்கப்படுகிறது.

சரிசம வாய்ப்புள்ள கலப்பினச் சேர்க்கைகளின் நிலைமைகளின்கீழ் ஹோமோசைகஸ் மற்றும் ஹெட்டிரோசைகஸ் வகைகளினிடையேயான விகிதாச்சாரம் எந்த நிலைமைகளின்கீழ் நிலையாக இருக்கிறது என்பதை இந்த விதி வரையறை செய்கிறது. ஒரு வெள்ளைக் காகம் ஒரு கருங்காகம் இவற்றின் சந்ததிகளைப் பொருத்த மட்டில், வெள்ளை நிறத்திற்கான ஜீன்கள், கருங்காகங்களின் சமூகம் ஒன்றில் முடிவுற்றுக் தக்க வைக்கப்படும் என்பதும், மறைமுகமான வெண்மை நிறத்தைத் தங்குபவற்றின் எண்ணிக்கை நிலையாக இருக்குமென்பதும் இதன் பொருள்.

அதைத் தவிர, ஹார்டி பியர்ஸனின் விதிகளை மீண்டும் வலியுறுத்தினார். பிந்தையவரின் நூலில் அவை தெளிவற்ற முறையிலே வெளியிடப்பட்டிருந்ததால், அவற்றைப் புரிந்துகொள்வது கஷ்டமாக இருந்தது. ஹார்டி, அவற்றை நன்கு புரிந்துகொள்ளக்கூடிய முறையில் எடுத்துக் கூறினார். இப்போது பியர்ஸனின் விதி என்று அழைக்கப்படும் இரண்டாவது விதி ஹார்டியின் விதியை நேரடியாகச் சார்ந்துள்ளது. அது நிலைப்படுத்தப்பட்ட கலப்பினச் சேர்க்கையின் விதியாகும். பியர்ஸனின் விதிப்படி, கட்டுப்பாடற்ற கலப்பினச் சேர்க்கை நடைபெறும் நிலைமைகளின்கீழ் ஹோமோசைகஸ் மற்றும் ஹெட்டிரோஸைகஸ் உயிரினங்களின் தொடக்க விகிதாச்சாரம் எதுவாக இருந்த போதிலும், முதல் கலப்பினச் சேர்க்கையை உடனடியாகத் தொடர்ந்து உயிர்த் தொகுதிகளில் சமநிலை அடையப்படுகிறது.

பியர்ஸன் மற்றும் ஹார்டியால் வெளிப்பட்ட முடிவுகள் சற்று ஏறுமாறானவையாகத் தோன்றக் கூடும். ஆனால், அவற்றை ஆட்சேபிக்க முடியாது. அவை மெண்டலினுடைய விதிகளின் நேரடியான கணித நீட்சியாகும். பிந்தியவை சரியானவை. ஆனால், இந்த விதிகளும் சரியானவை

தாம். மெண்டலினுடைய விதிகளின் சரியான தன்மை எடுத்துக்காட்டப்பட்டு விட்டது.

ஹார்டி உயிரியலுக்கு வேறு எதுவும் செய்யவில்லை வரம்பற்ற அளவைக் கொண்டதும், சடுதி மாற்றங்கள் நடைபெறாததும், இயற்கைத் தேர்வினால் பாதிக்கப்படாததும், சரிசம வாய்ப்புடன் இனச் சேர்க்கை அடைவதுமான ஓர் உயிர்த் தொகுதியை அவர் பரிசீலனை செய்தார். அவற்றை அவர் கணக்கிலெடுத்துக்கொண்டிருப்பாரேயானால், பரிணாமக் கிரியை மரபியல் விதிகளின் கண்ணோட்டத்தில் விளக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனால், அவர் ஓர் உயிரியலாளர் அல்ல என்பதால் மட்டுமல்லாமல். மரபியல் இன்னும் அதன் குழந்தைப் பருவத்திலேயே இருந்ததாலும் ஹார்டியால் அவ்வாறு செய்ய முடியவில்லை. சடுதி மாற்றங்களின் தோற்றம் மற்றும் அவற்றின் தன்மை ஆகிய பிரச்சினை உண்மையில் இன்னும் தெளிவற்றே இருந்தது.

இடைக்கால இருபதுகளில்கூட அது தெளிவடையவில்லை. உயிரினங்கள் அனைத்திலும் சடுதி மாற்றங்கள் நடைபெறுகின்றன என்பதை எவரும் சந்தேகிக்கவில்லை. டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளே அதை நிரூபிக்கப் போதுமானவையாக இருந்தன. இந்த ஈயின் தூய வளர்ப்புத் தொகுதிகள் ஏற்கெனவே ஏறத்தாழ நானூறு சடுதி மாற்றங்களைக் கொடுத்திருந்தன. அவை ஒவ்வொன்றும் விரிவாகப் பரிசீலனை செய்யப்பட்டு, அந்த மாற்றத்தின் மரபியல் தன்மை எடுத்துக் காட்டப்பட்டு இருந்தது. பல சந்தர்ப்பங்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட சடுதி மாற்றம் எந்தக் குரோமோசோமுடன், குரோமோசோமின் எந்தப் பகுதியுடன் தொடர்பு கொண்டிருந்தது என்பதையும் காண முடிந்தது.

டிரோஸோபைலாவுடன் மட்டுமே பரிசோதனைகள் நடத்தப்பட்டிருக்கவில்லை. பரிசீலனை செய்வதற்கு முற்றிலும் தகுதியான பரிசோதனைப் பொருள்கள், வீட்டு வளர்ப்பு விலங்குகள் மற்றும் பயிர் செய்யப்படும் தாவரங்கள் ஆகியவற்றில் போதுமான அளவு ஆராயப்பட்ட சிற்றினங்கள் அனைத்திலும் சடுதி மாற்றங்கள் காணப்பட்டுள்ளன. சடுதி மாற்றங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதோடு மட்டுமின்றிப் புதியவையும் தோன்றின. எனினும், அக்கிரியையின்

தன்மை புதிராகவே இருந்தது. வீட்டு வளர்ப்பு, அல்லது ஆய்வுக்கூட நிலை மைகளின் பாதிப்பு இவற்றின் விளை வே சடுதி மாற்றங்கள் என்று மரபிய லாளர்கள் உள்ளிட்ட பலஉயிரியலாள ர்களால் அக்காலத்தில் கருதப்பட்டது. ஆய்வுக் கூடத்தில் காணப்படுவது இயற்கையில் காணப்பட வேண்டு மென்ற அவசியமில்லை. அது, மறுத லிப்பதற்குக் கடினமான ஒரு கருத் தாக இருந்தது. ஏனெனில், உயிரினங் களை மரபியல் பரிசீலனைகளுக்கு உள்படுத்த அவற்றை ஆய்வுக்கூட நிலைமைகளின்கீழ்ப் பரிசீலனை செ ய்ய வேண்டியிருந்தது. சந்தேகவா திகளை இது நிலை குலைத்தது.

இயற்கையில் சடுதி மாற்றங்கள் உள்ளன என்பதை நம்மால் எடுத்துக் காட்ட முடியும் என்று கருதிக்கொ ண்டாலும், லாட்ஸி முன்னர்க் கூறி யது போல அவை ஏற்கெனவே உள்ள ஜீன்களுடைய மறுபிணைப் பின் விளைவுகளல்லவென்பதற்கும், அச்சொல்லின் உண்மையான பொரு ளில் அவை சடுதி மாற்றங்கள்தான் என்பதற்கும் நாம் எவ்வாறு சான்று காண முடியும்.

இயற்கையான மரபியல் மாற்றம் மறுபிணைப்பின் விளைவல்லவென்றும், அது ஒரு குறிப்பிட்ட குரோமோ சோமின் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் ஏற்படும் மாற்றத்து டன் உண்மையிலேயே தொடர்பு கொண்டுள்ளது என்றும் நாம் நிரூபித்தோமேயானாலும் பெட்ஸனின் இன்மை-இருப் புக் கோட்பாட்டை ஆதரிப்பதன் மூலம் நாம் எதிர்க்கப் படலாம். அது ஒரு ஜீனின் விழிப்பு அன்றி அதன் மாற்றமே என்று எவ்வாறு நாம் நிரூபிக்க முடியும்.

அது ஓர் இக்கட்டான நிலைமையாக இருந்தது. பரி ணாமக் கோட்பாட்டின் மேற்கொண்ட வளர்ச்சிக்குச் சம

கால மரபியலின் முடிவுகளையும், கண்டுபிடிப்புகளையும் டார்வினிசத்தின் கண்ணோட்டத்தில் பரிசீலனை செய்வது தேவைப்படுகிறது என்பது, பியர்ஸின் மற்றும் ஹார்டி ஆகியோரின் ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பிறகு தெளிவாயிற்று. ஹார்டியின் கருத்துகளை எவரும் அபிவிருத்தி செய்யவில்லை என்று கூறுவது தவறானதாகும். தனிப்பட்ட மற்றும் ஓரளவான பிரச்சினைகள் தீர்க்கப்பட்டதுடன் வீட்டு வளர்ப்பு விலங்குகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கான செயல் முறைகளும் உருவாக்கப்பட்டன. ஆனால், டார்வினிசத்தை முன்னேற்றுவதற்கு இன்றிமையாது தேவைப்பட்ட விரிவான பொதுமைகள் தோன்ற வேண்டி இருந்தன.

மாபெரும் தொகுப்பு

பரிணாமத்தையும், மரபியலையும் எவ்வாறு உறவு படுத்துவது? ஜீவ நாடியான இந்த உயிரியல் பிரச்சினையால் தழுவப்பட்ட கருத்துகளின் வட்டத்தினுள், நமது நவீன மரபியலின் கண்ணோட்டங்களையும் கருத்துகளையும் எவ்வாறு புகுத்துவது? வேறுபடுந்தன்மை, வாழ்க்கைக்கான போராட்டம், தேர்வு இவற்றின்—ஒரு வார்த்தையில் சொன்னால் டார்விசத்தின்—பிரச்சினைகளை, டார்வின் மற்றும் அவருக்குப் பின்னர் வந்தவர்கள் ஆகியோர்களின் காலத்தில் மரபுக் குணத் தொடர்ச்சி பற்றி நிலவிய திட்ட வட்டமற்ற, நிலையற்ற, வெளிவற்ற கருத்துகளின் அடிப்படையில் இன்றி உறுதியாக நிலை நாட்டப்பட்டு விட்ட மரபியல் விதிகளின் அடிப்படையில் நம்மால் அணுக முடியுமா?

இந்த வகையில்தான் மரபியலாளர்களுக்கும், பரிணாமவாதிகளுக்கும் முன்னே நின்ற புதிரை ஒரு விஞ்ஞானி உருவகப்படுத்தினார். உண்மையில், அவர்களில் பலருக்குப் பிரச்சினை அப்போது தெளிவாகத் தெரிந்தது. அப்பிரச்சினையை எழுப்புவது மட்டுமே விஷயமாக இருந்திருக்குமேயானால் அதை இவ்வளவு முழுமையாக இங்கு கூறி இருக்க வேண்டியதில்லை. ஆனால், அந்தச் சொற்களை எழுதிய விஞ்ஞானிகள் பிரச்சினையை எழுப்பியதோடு மட்டுமின்றி அதை விடுவிக்கவும் செய்தார்கள். அதை அவர்கள் மிகவும் தெளிவான மற்றும் நம்புதற்குரிய முறையிலே செய்தார்கள்.

நாம் காட்டிய மேற்கோளைக் கொண்ட கட்டுரை 1926 இல் அச்சிடப்பட்டது. அந்த நூற்றாண்டின் ஆர்வமிக்க ருஷ்ய விஞ்ஞானிகளில் ஒருவரான ஸெர்ஜி செத்வெரிகோவ் அதன் ஆசிரியர் ஆவார். அவர் அறிவு நுட்பம் மிக்க ஒரு குடும்பத்தில் பிறந்தவர். அவரது தந்தை நேர்த்தியான ரோமமுடைய ஆடுகளை வளர்ப்பதில் ருஷ்யாவில் ஒரு முன்னோடியாக இருந்தவர். இன்றும் உயிர் வாழ்கின்ற அவரது சகோதரர் நிகோலாய் புகழ் பெற்ற ஒரு கணிதவியலாளர் ஆவார். அவருடைய மருமான் கோன்ஸ்தந்தைன் புகழ் பெற்ற படப்பிடிப்பாளர் ஆவார். செத்வெரிகோவ் குடும்பத்தினர் அலெக்ஸியேவ் குடும்பத்தின் நெருங்கிய உறவினர்கள். அவர்களில் மிகவும் புகழ் பெற்றவர் கே. எஸ். அலெக்ஸியேவ் ஆவார். அவர் கோன்ஸ்தந்தைன் ஸ்தானிஸ்லாவ்ஸ்கி என்ற புனை பெயரில் பிரபலமானவர். அலெக்ஸியேவ் குடும்பத்தின் மூலம், செத்வெரிகோவ் குடும்பத்தினர் கோன்ஸ்தோவ் குடும்பத்திற்கும் (நிகோலாய் கோல்த்ஸோவ் பற்றிப் பின் ஓர் அத்தியாயத்தில் நாம் விரிவாகக் கூறுவோம்) அலெகீன் குடும்பத்திற்கும் (குறிப்பாக அற்புதமான சதுரங்க விளையாட்டு வீரர் அலெக்ஸாந்தர் அலெகீனுக்கும்) உறவு கொண்டவர்.

ஸெர்ஜி செத்வெரிகோவ் பல துறைகளில் வல்லவர். அவர் தனது விஞ்ஞான வாழ்க்கையை ஓர் உயிரியலாளராகத் தொடங்கினார். பட்டுப்பூச்சிகளைப் பற்றிய துறையில் அவர் பெரும் வல்லுநர். மார்கனும் அவரது சகாக்களும் டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு செய்த பரிசோதனைகளில் அடைந்த வெற்றியைப் பற்றி உள்நாட்டுப் போருக்குப் பின்பு ருஷ்ய விஞ்ஞானிகள் கேள்விப்பட்ட போது இந்த அற்புதமான ஆராய்ச்சிப் பொருளைக் கொண்டு முதலில் பரிசோதனை செய்யத் தொடங்கியவர்களில் செத்வெரிகோவ் ஒருவர் ஆவார். டிரோஸோபைலாவில் ஏற்கெனவே செய்யப்பட்டிருந்த ஆராய்ச்சிகளையும், தங்களுடைய சொந்த ஆராய்ச்சிகளையும் பற்றிப் பரிசீலனை செய்ய ஒரு குழுவை அவர் 1921இல் நிறுவினார். அப்போது அவர் மாஸ்கோவில் இருந்த பரிசோதனை உயிரியல் கழகத்திலும் ஸ்வெனிகோரோட் உயிரியல் நிலையத்திலும் பணியாற்றி வந்தார். அதனோடு அவர் மாஸ்கோப் பல்கலைக்

கழகத்தில் பரிசோதனை வகைப் பாட்டியல் பற்றி ஒரு முதன்மையான வகுப்பை நடத்தி வந்தார். அதில் அவர் பிறவற்றோடு மரபியல் உயிர் புள்ளி விவர இயல் இவற்றின் அடிப்படைகளையும் மாணவர்களுக்கு அறிமுகப்படுத்தி வந்தார். சோவியத் டிரோஸோபைலா மரபியலாளர்கள் அனைவரும் ஏதோ ஒரு வழியில் செத்வெரிகோவின் மாணாக் கர்களாக இருந்தார்கள் என்பது உயர்வு நவிழ்சியாகாது.

செத்வெரிகோவிற்குப் புகழ் ஈட்டித் தந்த ''நவீன மர பியலின் கண்ணோட்டத்தில் பரிணாமக் கிரியையின் சில அமிசங்கள்'' என்ற அற்புதமான கட்டுரையை எழுதிய போது அவர் ஏற்கெனவே அநுபவம் மிக்க ஓர் ஆராய்ச்சி யாளராக இருந்தார். அவருடைய கட்டுரை ருஷ்யப் பரிசோ தனை உயிரியல் சஞ்சிகையின் இரண்டு இதழ்களில் 1926 இல் வெளியாயிற்று. அப்போது அவருக்கு வயது 46. ஓர் ஆண்டிற்குப் பின்பு அதனுடைய அடிப்படைத் தத்துவங்க ளைப் பற்றிப் பெர்லினில், 5வது அனைத்துலக மரபியல் மகாநாட்டில், ஓர் அறிக்கை சமர்ப்பித்தார். செத்வெரிகோ வின் அறிக்கை மகாநாட்டில் நடந்த பரபரப்பான நிகழ்ச் சிகள் இரண்டில் ஒன்றாகும். (இரண்டாவதைப் பற்றி நாம் சற்றுப் பின்னர்க் கூறுவோம்) அவரது கட்டுரை நீண்ட கர ஒலியைப் பெற்றது. உண்மையில், மரபியலாளர்கள் பல ஆண்டுகளாக எதைப் பற்றிக் கனவு கண்டு கொண்டு வந் தார்களோ அதைக் கேட்டார்கள். பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானி யாகிய ஹோல்டென் மேடைக்கு ஓடி, பேச்சாளரைக் கட் டிக்கொண்டு அவரது இரண்டு கன்னங்களிலும் முத்தமிட் டார். மார்களின் குழுவினைச் சேர்ந்த எச்.ஜே. முல்லெரும், நவீன உயிர் புள்ளி விவரவியலைத் தோற்றுவித்தவரான ரொனால்டு பிஷ்ஷரும் அவரைத் தொடர்ந்தனர்.

செத்வெரிகோவ் அவரது கட்டுரையில் மூன்று முதன் மையான பிரச்சினைகளைக் கையாண்டிருந்தார். இயற்கை நிலைமைகளின்கீழ்ச் சடுதி மாற்றங்கள் தோன்றுவது, சரி சம வாய்ப்புடைய கலப்பினச் சேர்க்கைகளில் சடுதி மாற் றங்களின் தலைவிதி, அந்த நிலைமைகளின்கீழ்த் தேர்வின் முக்கியத்துவம் ஆகியவையே அவை.

சடுதி மாற்றங்களின் பிரச்சினை கஷ்டமானதாகத்தான் இன்னும் இருந்தது. இயற்கை நிலைமைகளின்கீழ் அவற்றை

எவரும் ஆராய்ந்து இருக்கவில்லை; அல்லது செயற்கை முறையில் அவற்றை ஊக்குவிக்கவும் முடியவில்லை. கிடைத்திருந்த புள்ளி விவரங்களைப் பகுத்து ஆராய்ந்திருந்த செத்வெரிகோவ், சடுதி மாற்றங்கள் இயற்கையில் நடைபெறுகின்றன என்றும், அவை பேட்ஸனின் 'இன்மை' (Absence) நிகழ்வுகளாக அன்றி உண்மையான சடுதி மாற்றங்களாக உள்ளன என்றும் உறுதியாக முடிவெடுத்தார். ஜீன்களைச் செயற்கை முறையில் மாற்றி அமைப்பது சாத்தியமே என்றும் அதுவே உடனடி எதிர்காலத்தின் பணி என்றும் அவர் வலியுறுத்தினார்.

செத்வெரிகோவ் தனது கட்டுரையைப் பெர்லினில் படித்த போது இந்த இரண்டு கருத்துகளும் ஊர்ஜிதம்செய்யப்பட்டு விட்டன. அவரது சகாக்களும், மாணாக்கர்களும் இயற்கை டிரோஸோபைலா உயிர்த் தொகுதிகளில் விரிவான மரபியல் ஆராய்ச்சிகளைத் தொடங்கி இருந்தார்கள். மாநாடு நடந்த போது அதன் முதல் முடிவுகள் பெறப்பட்டு விட்டன. செயற்கை முறையில் சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டுவதைப் பொருத்த மட்டில் முல்லெர் எ ஸ்-கதிர்களைக் கொண்டு எண்ணற்ற சடுதி மாற்றங்களைத்தான் தோற்றுவித்திருப்பதாக அதே மகாநாட்டில் அறிக்கை சமர்ப்பித்தார்.

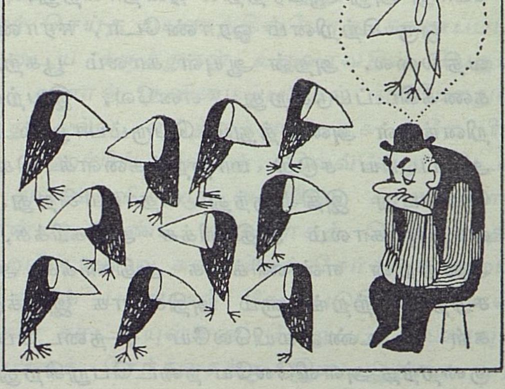
சடுதி மாற்றங்களிலும் இயற்கைத் தேர்வும் அற்ற ஓர் இயற்கை உயிர்த் தொகுதியில் மரபியல் சமநிலையின் நிலைமைகளை ஹார்டி பரிசீலனை செய்தார். அவருடைய கோட்பாட்டை செத்வெரிகோவ் இந்த இரண்டு அமிசங்களையும் —சடுதி மாற்றங்களின் தோற்றம் மற்றும் இயற்கைத் தேர்வு— கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டு வளர்ச்சியுறச் செய்தார். அவர் என்ன முடிவுகளை அடைந்தார்? அவருடைய கட்டுரையில் அவரது வாதங்கள் அனைத்தும் துல்லியமான கணிதக் கணக்கீடுகளின் அடிப்படையில் அமைந்திருந்தன. அவற்றை எடுத்துக்காட்டுகள் மூலம் விளக்குவதே நமக்குப் போதுமானது.

நாம் நமது வெள்ளைக் காகங்களுக்கு மீண்டும் வருவோம். ஒரு கண்டம் அனைத்திலும் வாழும் காகங்களின் ஜனத்தொகை, சரிசம வாய்ப்புடன் ஜோடி சேரும் பத்து லட்சம் காகங்களைக் கொண்டிருக்கிறது என்றும், அவற்றில்

ஒன்று வெண்மை நிறத்திற்கான மறைமுக ஜீனை (ஹெட்டிரேசைகஸ் நிலை) கொண்டிருக்கிறது என்றும் கற்பனை செய்துகொள்ளுங்கள். அத்தகைய காகம் சந்ததியின் பின் சந்ததியாக ஒரு கருப்புக் காகத்துடன் இணைந்து, அந்த அபூர்வப் பண்பை மறைமுக வடிவில் கொண்ட குஞ்சுகளைத் தோற்றுவிக்கும். ஹார்டியின் விதிப்படி இந்த அடர்த்தி பத்து லட்சத்தில் ஒன்றாக இருந்து முடிவற்றுப் பராமரிக்கப்படும்.

ஆனால் இப்போது காகங்களிடையே மற்றொரு வெள்ளைச் சடுதி மாற்றம் ஹட்டெரோஸைகஸ் நிலையிலேயே தோன்றி விடுகிறது. அதுவும் மறைமுகமாகவே இருக்கும். புதிய சடுதி மாற்றம் அதே ஜீனைத் தாங்கியுள்ள ஒரு காகத்தைச் சந்தித்து இணைந்தால், அவற்றின் குஞ்சுகளில் கால் பகுதி உண்மையில் வெள்ளைக் காகங்களாக இருக்கும். இந்த நிகழ்ச்சி நடைபெறுவதற்கான நிகழ்தகவு என்ன? அது பத்து லட்சத்தில் ஒன்றாக இருக்கும் என்பதைக் கணக்கிடுவது எளிது. இது முற்றிலும் சாத்தியமற்றது என்பதே இதன் பொருள்.

அதே நிலைமை பத்து லட்சத்தைக் கொண்ட ஒரு தொகுதியிலன்றி, தங்கள் சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த மற்ற அங்கத்தினர்களிடமிருந்து ஏதோ ஒரு காரணத்தால் பிரிந்து விட்ட பத்துக் காகங்களைக் கொண்ட தொகுதியில் நிலவுவதாக



வைத்துக்கொள்வோம். இங்கு அடங்கிய ஜீன்களைத் தாங்குகின்ற இரண்டு பறவைகள் இணைவதற்கான நிகழ்தகவு பத்தில் ஒன்றாகத்தான் இருக்கும். இது மிகவும் உயர்வானது. அத்தகைய தொகுதியில் ஒரு வெள்ளைக் காகம் பிறப்பது முற்றிலும் சாத்தியமான நிகழ்ச்சியாகவே இருக்கும். அத்தகைய மிகச் சிறிய தொகுதியில் சில சந்ததிகளுக்குள்ளாக வெள்ளைக் காகம் ஒன்று நிச்சயமாகத் தோன்றும். பெரிய தொகுதியில்கூட நாம் ஹார்டியின் முன் மாதிரியான தொகுதியைஅன்றி உண்மையான தொகுதியை மனத்திலே கொண்டிருப்போமேயானால், சடுதி மாற்றங்கள் இன்றிமையாத பங்கை வகிக்க முடியும்; வகுக்க வேண்டும்.

ஒரே ஒரு ஜீனில் சடுதி மாற்றம் ஏற்படுத்துவது மிகவும் அபூர்வமான நிகழ்ச்சி. ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன் ஒரு சந்ததியில் மட்டும் பத்து லட்சத்தில் ஓர் உயிரினத்தில் சடுதி மாற்றம் அடைகிறது என்று கருதிக்கொள்வோம். (உண்மையில் அவை அதைவிட விரைவாக நடைபெறுகின்றன. ஆனால் அவற்றிற்கு என்ன நேரிடுகிறது என்பதைப் பார்ப்பதற்காக, நாம் குறைத்து மதிப்பிடப்பட்ட இந்த எண்ணிக்கையே வேண்டுமென்றே எடுத்துக் கொள்வோம்) சடுதிமாற்றங்கள் ''கரைக்கப்படாது'' (Diluted) தொடர்ந்து இருப்பதால், குறிப்பிட்ட ஒரு சடுதி மாற்றத்தின் அடர்த்தி காலப் போக்கில் தொடர்ந்து அதிகரிக்கும். மேலும் ஒவ்வொரு சிற்றினமும், ஆயிரக்கணக்கான பல்வேறு ஜீன்களைக் கொண்டிருப்பதால், பத்து லட்சத்தில் ஒன்றை ஆயிரம் மடங்காகப் போது அது ஆயிரத்தில் ஒன்றாகிறது.

ஒரு சிற்றினம் ஓராண்டோ, ஈராண்டோ மட்டும் வாழ்வதில்லை. அதன் ஆயுள் காலம் பூகற்பவியல்கா லங்களில் கணக்கிடப்படுகிறது. எனவே, இயற்கையில் உள்ள சிற்றினங்கள் அனைத்தும் பெரும்பாலும் மறைமுகமாக உள்ள அளப்பரிய சடுதி மாற்றங்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டுமென்பது இதிலிருந்து தொடர்கிறது. ஒரு சிற்றினத்தின் வாழ்வுக்காலம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, நமது கோளத்தில் அவற்றின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்க அதிகரிக்க அதிலுள்ள சடுதி மாற்றங்களும் அதிகமாக இருக்கும். சடுதி மாற்றங்கள் உண்மையிலேயே நடைபெறுவதைக்காட்டிலும் குறைந்த அளவிலேயே நடைபெறுகிறது என்று நாம் கருதிக்

கொண்ட போதிலுங்கூடப் பரிணாமத்திற்குத் தேவையான பொருள் மிகுதியாக உள்ளது என்பது இதிலிருந்து தொடர் கிறது. ஆனால் இயற்கை உயிர்த் தொகுதி ஒன்றின் மரபி யல் உள்ளடக்கத்தை எந்த அமிசங்களால் மாற்ற முடியும்? பல அமிசங்கள் தெரிந்து உள்ளன.

அவற்றில் முதலானது சடுதி மாற்றக் கிரியையாகும். வெறும் சடுதி மாற்றம் அல்ல. ஆனால், சடுதி மாற்றக் கிரியை சரிசம வாய்ப்புள்ள கலப்பினச் சேர்க்கையின் நிலைப் படுத்தும் ஆற்றல் பிரம்மாண்டமானது. பியர்ஸனின் விதிப் படி முதல் கலப்பினச் சேர்க்கையை உடனடியாகத் தொடர் ந்து சமநிலை அடையப்படுகிறது. ஆனால், ஒவ்வொரு சந் ததியிலும் புதிய சடுதி மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன, கலப் பினச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது, அது புதிய சமநிலை யைத் தோற்றுவிக்கிறது. புதிய சடுதி மாற்றங்கள் அதைத் தொடர்கின்றன. அந்த வழியில் ஒரு தொடர்ச்சியான சடுதி மாற்றக் கிரியை மூலம் சமநிலை தொடர்ந்து மாற்றப்பட் டுக் கொண்டு வருகிறது.

இரண்டாவது அமிசமாக இருப்பது தனிமைப்படுதலா கும். ஓர் உயிர்த் தொகுதியின் அளவு குறையக் குறைய மறைந்துள்ள மாற்றங்கள் வெளிப்பாடு அடைவது அதிக ரிக்கும். இதற்கு நன்கு தெரிந்ததும், எடுத்துக் காட்டக் கூடியதுமான உதாரணம் தீவுகளின் உயிர்த்தொகுதிகளா கும். ஒவ்வொரு தீவுக் கூட்டத்திலும், அநேகமாக ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட தீவிலும், நமது கோளத்தில் வேறு எங்குமே காண முடியாத சிற்றினங்கள் உள்ளன. இது டார்வினால் பீஜில் (Beagle) அவர் செய்த பயணத்தின்போது காணப்பட் டதோடு அவர்களுடைய கருத்துகள் உருவாவதில் பெரும் பங்கும் வகித்தது. ஆனால் தனிமைப்படுதல் எப்போதும் பிரதேச வாரியானது அல்ல. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரே பிர தேசத்தில் வாழும் ஹெர்ரிங் மீன்கள், வெவ்வேறு இடங் களில் வெவ்வேறு காலங்களில் முட்டையிடும் காலனிகளா கப் பிரிந்துள்ள என்பது நீண்ட காலமாகத் தெரிந்ததே. எனவே, நடைமுறையில் அவை கலப்பினச் சேர்க்கை அடை வதில்லை. காலனிகளின் பண்புகள் வேறுபடுகின்றன என் பதைப் பரிசீலனைகள் காட்டியுள்ளன. வேறுபட்ட உணவுப் பழக்கங்கள், கலப்பினச் சேர்க்கைக்கு இடையூறான மர

பியல் பண்புகள் இவற்றோடும் தனிமைப்படுதல் தொடர்பு கொண்டு இருக்கலாம்.

மூன்றாவது அமிசம், வாழ்க்கை அலை (அல்லது மக்கள் தொகை அலை) என்ற அழகிய பெயரைக் கொண்டுள்ளது. மக்கள்தொகை அலைகள், குறிப்பாகப் பருவ கால விலங்குகள் அனைத்திலும், மிகவும் சாதாரணமாக நடைபெறும் நிகழ்வுகளாகும். இலையுதிர் காலத்தில் நம்மைத் தொல்லைப் படுத்தும் ஈக்களில் எத்தனை ஈக்கள் பனிக்காலத்தில் வாழ்கின்றன? ஏறத்தாழப் பத்து லட்சத்தில் ஒன்றுதான். ஈக்களுடைய தொகுதி ஒன்றன் அளவில் ஏற்படும் வேறுபாடு அத்தகையது. பருவ கால மாற்றங்கள் ஈக்களை மட்டுமன்றி, விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்களின் சிற்றினங்கள் அனைத்தையும் ஏதோ ஓர் அளவிற்குப் பாதிக்கின்றன.

உயிர்த்தொகை அலைகள் பருவ கால ரீதியானவை மட்டுமல்ல. எடுத்துக்காட்டாக, சுண்டெலிகளின் தொகை மிக விரிவான அளவில் வேறுபடுகின்றது என்பது தெரியும். 'சுண்டெலி ஆண்டுகள்' என அழைக்கப்படும் ஆண்டுகளில் சுண்டெலிகள் நம்புதற்குரிய எண்ணிக்கையில் தோன்றுகின்றன. இதற்குக் காரணமானது எது? சுண்டெலி ஆண்டுகள் ஒழுங்கான இடைவெளிகளில் தோன்றுகின்றன என்றும் சூரியப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை கணிசமான அளவு உயர்வதுடன் இணைந்து தோன்றுகின்றன என்றும் விஞ்ஞானிகள் கண்டுள்ளார்கள். சுவையான விவரம்! இல்லையா?

சூரியப் புள்ளிகளுக்கும் சுண்டெலியின் எண்ணிக்கைக்கும் பொதுவானதாக எது இருக்க முடியும்? ஏற்கெனவே கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருப்பது போல எதுவுமே இல்லை. சூரியச் சுழற்சி பதினோர் ஆண்டுகளும், சுண்டெலிச் சுழற்சி சுமார் பத்து ஆண்டுகளும் நீடிக்கின்றன. தொடர்புடையது போன்று தோன்றும் இந்த நிகழ்ச்சி காணப்பட்ட போது, ''உச்சக்கட்ட'' எண்ணிக்கைகள் இணக்கமுற்று இருந்தன. ஆனால், அதைவிட நீண்ட ஒரு காலத்திற்கான புள்ளி விவரங்கள் சேகரிக்கப்பட்ட போது, அவ்விரண்டிற்கும் இடையே எந்தத் தொடர்பும் இல்லை என்று தெரிந்தது.

ஆனால், அத்தகைய நீண்ட மக்கள்தொகை அலைகளின் காரணங்கள் சில சமயங்களில் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. கனடாவில் சிவிங்கிகளின் எண்ணிக்கை விரிவாக வேறுப

டுகிறது என்பதை அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் கவனித்து இருந்தார்கள். சில ஆண்டுகளில் அது மற்ற ஆண்டுகளைக்காட்டிலும் ஏறத்தாழப் பத்து மடங்கு அதிகமாக இருக்கலாம். என்ன நிகழ்கிறது? ரோமத் தோல் வியாபாரிகளால் ஒரு நூற்றாண்டிற்கும் மேல் விற்பனை செய்யப்பட்ட தோல்களைப் பற்றி ஹட்சன் விரிகுடாக் கம்பெனி துல்லியமான பகுதிகளை வைத்திருந்தது. விஞ்ஞானிகளுக்கு இப்பதிவுகள் கிடைத்த போது அவர்கள் 'சிவிங்கி ஆண்டுகள்' முயல் அல்லது குழி முயல் ஆண்டுகளுடன் துல்லியமாக இணங்கி இருந்தன என்று கண்டார்கள். அனைத்தும் தெளிவாயிற்று. பனிக்காலக் குழி முயல்கள் சூரியப் புள்ளிகள் அல்ல; ஆனால் உண்மையான இறைச்சி, உணவு ஆகும். இவையில்லாமல் சிவிங்கிகள் உயிர் வாழ்ந்து பெருக முடியாது.

ஆனால் ''முயல் ஆண்டுகளுக்குக்'' காரணம் என்ன? அது வேறு ஒரு பிரச்சினையாகும். ''முயல் ஆண்டுகள்'' ''சிவிங்கி ஆண்டுகளைச்'' சார்ந்திருப்பதும் சாத்தியமே. சிவிங்கிகள் குறைவாக இருந்தால் முயல்கள் ஏராளமாக உள்ளன. சிவிங்கிகள் பெருகும்போது முயல்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. முயல்கள் குறைவாக இருக்கும்போது சிவிங்கிகள் இறங்கத் தொடங்குகின்றன. இது ஒரு நச்சுச் சுழல் போலத் தோன்றுகிறது. நவீன கால சைபர்னடிக் (Cybernetic) மொழியிலே சொன்னால், இங்கு பின் நோக்கிய தொடர்பு ஒன்று உள்ளது.

''சுண்டெலி ஆண்டுகளைத்'' திரும்பப் பார்த்தால், சுண்டெலிகளின் மிகுதி சூரியப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கையோடு அல்லாது, அவற்றை உண்ணும் பறவைகளின் எண்ணிக்கைகளோடு இணக்கமுற்றுள்ளன என்று நாம் கூறலாம். (அதனால்தான் நாம் எலிகளை எதிர்த்துப் போராடுவதில் நமது முதன்மையான நேசர்களாக உள்ள இறைச்சி உண்ணும் பறவைகளை அழிப்பதற்குப் பதிலாகப் பாதுகாக்க வேண்டும்)

முடிவாக நான்காவது அமிசம் ஒன்று உள்ளது, அதுவே தேர்வு. அதன் ஆற்றல் மிகவும் பெரியது. ஒவ்வொரு தாவரத்தாலும் எத்தனை விதைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன, பூச்சிகளால் எத்தனை முட்டைகள் இடப்படுகின்றன, மீன்களால் எவ்வளவு முட்டைக் கொத்துகள் இடப்படுகின்றன

என்பதை நினைவுபடுத்திக் கொண்டாலே போதும். ஆனால், அவற்றின் எண்ணிலடங்கா சந்ததிகள் இனப்பெருக்க வயது வரை வளர்பவை எத்தனை? மிகச் சிறிய பகுதியேயாகும். இங்கு நாம் தேர்வைப் பற்றி அதிகமாகக் கூற வேண்டிய தில்லை. ஏனெனில், இந்த அமிசந்தான் மிகத் தெளிவான தாகவும், நன்கு அறியப்பட்டதாகவும் உள்ளது; மிகவும் முக்கியமானதும் அதுவே.

விஞ்ஞானிகளுக்கு இதுவரை நான்கு பரிணாம அமிசங்கள்தான்—சடுதி மாற்றக் கிரியை தனிமைப்படுதல், உயிர்த் தொகை அலைகள் மற்றும் தேர்வு—தெரிய வந்துள்ளன. அவற்றினுடைய முக்கியத்துவம் ஒரே மாதிரியாக இருக்கவில்லை. உயிரினங்களுடைய இயற்கை உயிர்த்தொகுதிகளின் மரபியல் உள்ளமைப்பை மாற்றுவதில் அவை அனைத்தும் பலனுள்ளவையாக இருக்கின்றன. அது ஒன்றே அவை அனைத்திற்கும் பொதுவாக உள்ளது. ஆனால், சடுதி மாற்றக் கிரியை அதனோடு மரபியல் வேறுபாடுகளுக்கான அடிப்படைப் பொருளையும் அளிக்கிறது. இந்த வேறுபாடுகள் இல்லாவிட்டால், பரிணாம அமிசங்கள் பலனற்றவையாக இருக்கும்.

நான்கு அமிசங்களிலும் உயிர்த்தொகுதிகளின் மரபியல் உள்ளமைப்பை மாற்றி அமைக்கின்றன. ஆனால், சடுதி மாற்றக் கிரியை தனிமை அடைதல், உயிர் அலைகள் ஆகியவை உயிர்த்தொகுதிகளின் உள் அமைப்பைக் கட்டுப்பாடற்ற முறையில் மாற்றும் திசைப்படுத்தப்படாத அமிசங்களாகும். அதற்கு மாறாகத் தேர்வு கண்டிப்பாக ஒரு திட்டவட்டமான திசையில் அதாவது சூழ்நிலை நிலைமைகளுக்கு மிகச் சிறந்த இணக்கமுடைய திசையில் செயல்படுகிறது.

இவை அனைத்தும் 1926இல் வெளியிடப்பட்ட செர்ஜி செத்வெரிகோவின் கட்டுரையில் காணப்பட்ட விவரங்களின் பொழிப்புரை ஆகும்.

நோய் கவலை நீங்கிய புது வாழ்வுக்கான வாய்ப்பு

செத்வெரிகோவின் கட்டுரை, உயிரியலாளர்கள் பல ஆண்டுகளாக எதைத் தேடி வந்தார்களோ, அதை டார்

வினிசத்தை மரபியலின் மொழியில் மொழி பெயர்ப்பதற் கான அடிப்படையைக் கொடுத்தது. ஆனால் அதை மட்டும் அது செய்யவில்லை. அதற்கு முன்னர்ப் பரிணாமக் கோட் பாடு வெறும் விவரணப் பூர்வமாகவே இருந்தது. இப்போது அதுவும் ஒரு பரிசோதனை விஞ்ஞானம் ஆகியது. விஞ்ஞா னக் கோட்பாடுகளில் உடனடியாக விரிவாக ஏற்றுக்கொள் ளப்பட்டதில் டார்வினிசம் அபூர்வமானதாகும். 'சிற்றினங் களின் தோற்றம்' வெளியிடப்பட்டதற்குச் சிறிது காலத்திற் குப் பின்பு புதிய கோட்பாட்டின் வளர்ச்சிக்கு உதவக்கூடிய எல்லாத் துறைகளிலும் ஆராய்ச்சிகள் மறுமலர்ச்சி அடைந் தன. ஆனால், பல பத்து ஆண்டுகள் அழிந்தன. டார்வினின் காலத்தில் தொடங்கிய போக்குகள் அடங்கத் தொடங்கின. டார்வினிசம் உயிரோடு இருந்து வளர்ச்சியும் அடைந்தி ருந்தது. ஆனால் அதனுடைய முன்னேற்றத்தின் வேகம் மேன்மேலும் குறைந்துகொண்டு வந்தது.

செத்வெரிகோவின் கட்டுரைக்குப் பிறகு அணை உண் மையிலேயே உடைந்தது. எல்லா இடங்களிலும், எண்ணற்ற விஞ்ஞானிகள் புதிதாகத் திறந்து விடப்பட்ட விரிவான வாய்ப்புகளைப் பயன்படுத்திக்கொள்ள முயற்சித்தனர். டார்வினிசத்திற்கு ஒரு புதிய மறுவாழ்வு கொடுக்கப்பட் டது. துரதிர்ஷ்ட வசமாக நான் இந்தச் சுவையான பொரு ளை விட்டுச் செல்ல வேண்டி இருக்கிறது. அவருடைய கட் டுரை வெளியிடப்பட்டதில் இருந்து நாற்பது ஆண்டுகள் தீவிரமான, இடைவிடாத நாற்பது ஆராய்ச்சி ஆண்டுகள் கழிந்து விட்டன. இந்த ஆண்டுகளின்போது டார்வினிசத் தின் வளர்ச்சி பற்றிய விவரம் ஒரு பிரம்மாண்டமான நூலாக இருக்கும். ஆனால், அது இன்னும் எழுதப்பட வேண்டி இருக் கிறது. (விசேட நிபுணர்களுக்கான ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைக ளையும், விசேடக் கட்டுரைகளையும் நான் கணக்கிலிருந்து விட்டு விட்டேன்) கதிர்வீச்சு மரபியல், மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் வேதியல் அடிப்படை, மரபியல் வழிப் பண் புகள் இவற்றைப் பற்றி நான் இன்னும் உங்களுக்குக் கூற வேண்டும்.

ஆனால், செத்வெரிகோவின் பெர்லின் கட்டுரையைப் பற்றிச் சிறிது கூற என்னை அனுமதியுங்கள். அது அயல் நாட்டு விஞ்ஞானிகளுக்குத்தான் பரபரப்பான செய்தியாக

இருந்தது. அந்த ஆராய்ச்சியைப் பற்றிச் சோவியத் விஞ் ஞானிக்குக் கூறப்பட்டிருந்தது. அவருடைய மாணவர்கள் அந்தக் கட்டுரை எழுதப்படும் முன்பே—வெளியிடப்பட்டது ஒரு புறம் இருக்கட்டும்—அதைப் பற்றி அறிந்திருந்தார் கள். ஏனெனில், அதன் முதன்மையான விவரங்கள், செத் வெரிகோவின் நண்பர்கள் மற்றும் ஆதரவாளர்களிடையே விரிவாக விவாதிக்கப்பட்டிருந்தது.

மரபியலுக்கும் பரிணாமத்திற்கும் இடையான தொடர் புகள் பற்றிய அத்தகைய உள்ளங்கவர் கருத்துக்கள் தோன் றத் தொடங்கிய போது அவற்றைச் சரி பார்ப்பது ஒரு பிரச் சினையாகியது. எனவே, செத்வெரிகோவின் சக ஆராய்ச்சி யாளர்கள், இயற்கை உயிர்த்தொகுதிகளின் மரபியல் உள் அமைப்பை ஆராயத் தொடங்கினார்கள். இப்போது ருஷ்ய விஞ்ஞானப் பேரவையின் அங்கத்தினராக இருப்பவரும், சோவியத் மரபியலாளர்களின் பெரும் மரபு ஒன்றின் தலை வராக இருப்பவருமான போரிஸ் ஆஸ்தவ்ரோவ் என்ற இளைஞர் அந்த ஆராய்ச்சியின் முன்னோடியாக இருந்தார். மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்களின் ஒத்துழைப்போடு அவர் ஸ்வெ னிகோரோதில் (Zvenigorod) பெரும் டிரோஸோபை லா உயிர்த்தொகுதி ஒன்றைப் பரிசீலனை செய்தார். அதே சமயத்தில் வெளி நாடுகளில் பணியாற்றி வந்த செத்வெரி கோவின் சக ஆராய்ச்சியாளர் அது போன்ற ஒரு பரிசீல னையைப் பெர்லினில் செய்தார்கள். பிற்காலத்தில் புகழ் பெற்ற மரபியலாளர்களாக விளங்கிய பிற இளம் விஞ் ஞானிகள், இந்த விதிகளை வேறு நிலைமைகளின்கீழ் ஆராய் வதற்காக வடக்கு காகஸஸுக்குச் சென்றார்கள். அவர்களு டைய கண்டுபிடிப்புகள் மிகச் சுவையானவையாக இருந்தன.

எதிர்பார்ப்புகள் எதனை அனுமானித்துக்கொண்டன வையோ அதை ஆராய்ச்சிகள் அனைத்தும் முற்றிலுமாக உறுதி செய்தன. வெளித் தோற்றத்திற்கு ஒரே சீராகத் தோன்றிய உயிர்த்தொகுதிகள் எண்ணற்ற சடுதி மாற்றங் களை மறைமுகமான ஹெட்டிரோஸைகஸ் நிலையில் கொண்டு உள் அமைப்பில் பல படித்தானவையாக உள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதனோடு பல புதிய சுவை யான ஓரளவு எதிர்பார்க்கப்படாத நிகழ்வுகளும் கண்டுபி டிக்கப்பட்டன.

எடுத்துக்காட்டாக, டிரோஸோபைலாவின் ஒரு சிற்றினத்தில் ஆண் ஈக்கள் முற்றிலும் அற்ற தொகுதிகளை ஆஸ்தவ்ரோவ் கண்டுபிடித்தார். அவை மற்ற தொகுதியைச் சேர்ந்த ஆண் ஈக்களுடன் இணைந்து இனப்பெருக்கம் அடைந்து பெண்களை மட்டுமே கொண்ட சந்ததிகளை எப்போதும் தோற்றுவித்தன. இந்தச் சுவையான நிகழ்வின் தன்மை அண்மைக் காலத்தில்தான் தெளிவு படுத்தப்பட்டது, முட்டைசெல்களுடைய புளோட்டோப்பிளாசத்தின் மூலம் ஒரு சந்ததியிலிருந்து மற்றொரு சந்ததிக்கு மாற்றப்படும் நோய்பாதிப்பின் விளைவே ஆண் ஈக்கள் இல்லாதிருத்தல் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால், நோய்பாதிப்பின் தன்மை—அது வைரஸா அல்லது ரிக்கெட்ஸியாவா என்பது—இன்னும் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

புதிய கண்டுபிடிப்புகள் இயற்கையில் மட்டுமன்றி ஆய்வுக்கூடங்களிலும் மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் செய்யப்பட்டன. எடுத்துக்காட்டாக, வெவ்வேறு இடங்களில் இருந்து கிடைத்த டிரோஸோபைலாவின் பல சிற்றினங்களின் குரோமோசோம்களை ஸோபியா ஃப்ரலோவா ஆராய்ந்தார். சிற்றினங்களில் மிகச் சாதாரணமாகக் காணப்படுவதில் ஒன்றாகிய டிரோஸோபைலா அப்ஸ்க்யூரா (Drosophila obscura) ஐரோப்பாவிலும் அமெரிக்காவிலும் காணப்படுகிறது. ஐரோப்பிய மற்றும் அமெரிக்கன் வகைகளின் குரோமோசோம்கள் பெரிதும் வேறுபட்டன. அவை புறத் தோற்றத்தில் ஒன்று போலக் காணப்பட்ட போதிலும் அவை இரண்டு வெவ்வேறு சிற்றினங்கள் என்று தெரிய வந்தது. எனவே, அமெரிக்கன் வகைக்கு டிரோஸோபைலா ஸ்யூடோ அப்ஸ்கயூரா (Pseudo-obscura) என்ற புதிய விஞ்ஞானப் பெயர் கொடுக்கப்பட்டது.

முப்பதுகளில், நிக்கோலாய் துபினின், சோவியத் உயிர்த்தொகை மரபியலின் புகழ் பெற்ற தலைவரானார். அவரின் கீழ்ப் பணியாற்றிய ஆராய்ச்சியாளர் பெருங்குழு மரபியல் பகுப்பாய்வுகளை மட்டுமே செய்துகொண்டிருக்கவில்லை. டிரோஸோபைலாவினுடைய உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளின் பிரம்மாண்டமான குரோமோசோம்களினால் அளிக்கப்பட்ட விசேட வாய்ப்பைத் துபினின் பயன்படுத்திக்கொண்டார். இயற்கை உயிர்த்தொகைகளின் பலபடித்தான தன்மை

தனிப்பட்ட ஜீன்களோடு மட்டுமன்றிக் குரோமோசோமின் அமைப்புடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளது என்று, அவருடைய ஆய்வுக்கூடத்தில் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சி எடுத்துக் காட்டியது. அநேகமாக, இயற்கை உயிர்த்தொகைகள் அனைத்திலுமே மாற்றப்பட்ட அமைப்புடைய குரோமோசோம்களைக் கொண்ட ஈக்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட சத விகிதத்தில் இருந்தன. மாற்றப்பட்ட அமைப்புடைய இந்தக் குரோமோஸோம்கள், சாதாரண ஈக்களுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை நடைபெறுவதைத் தடுத்தன. சந்ததிகளில் ஒரு பகுதி வாழ் திறனற்றவையாக இருநந்தன. புதிய சிற்றினங்கள் தோன்றுவதற்கான வழிகளில் இது ஒன்றாகும்.

உயிர்த்தொகை மரபியல் பற்றிய துபினின் ஆராய்ச்சி விசேடமான விரிவுடையதாக இருந்தது. மரபியலாளர்களின் பயணக் குழுக்கள் சோவியத் யூனியனில் விரிவாகப் பயணம் செய்தன. ஒரே உயிர்த்தொகை, பல ஆண்டுகள் திரும்பத் திரும்பப் பரிசீலனை செய்யப்பட்டது. மிகுந்த வீச்சுடைய முடிவுகளை எடுப்பது இதனால் சாத்தியமாயிற்று. சோவியத் உயிர்த்தொகை மரபியலாளர்கள் பிற நாடுகளைச் சேர்ந்த அவர்களது சக ஆராய்ச்சியாளர்களை முந்திக்கொண்டு சென்றார்கள்.

சில ஆண்டுகளுக்குப் பின் அவர், கதிர்வீச்சு மரபியல் மற்றும் அண்டவெளி மரபியல் உட்படப் பல பிற மரபியல் வழிகளை ஆராய்ந்திருந்த சோவியத் மரபியலாளர்கள் குழுவின் மிகப் பெரியதான ஒன்றின் தலைவராக ஆகினார். இருந்தால், அனைத்தையும் அவரே கவனிக்க வேண்டியிருந்தது.

அவருக்கு வெனின் பரிசு அளிக்கப்படுவதற்குச் சில காலத்திற்கு முன்னர் நான் பேரவையாளர் துபினினை அவரது ஆய்வுக்கூடத்தில் சந்தித்தேன். பட்டமேற்படிப்பு மாணவர் ஒருவர் தன்னுடைய ஆராய்ச்சியைப் பற்றிக் கூறிக் கொண்டிருந்தார். அது உயிர்த்தொகை மரபியல் பற்றி இருந்தது. இவ்வாறு அந்தத் துறை மீண்டும் புத்துயிர்க்கப்படுகிறது.

உண்மையில் மரபியலின் அடிப்படையில் அமைந்த பரிணாமம் பற்றிய ஆராய்ச்சி, இயற்கை டிரோஸோபைலா உயிர்த்தொகைகளைப் பரிசீலனை செய்வதோடு மட்டும் நின்று விடுவதில்லை. விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்களினு

டைய பிற சிற்றினங்களின் இயற்கை உயிர்த்தொகைகளும் விரிவாக ஆராயப்பட்டு அதற்குப் பல முன் மாதிரி முறைக ளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. செயற்கை ஆய்வுக்கூட உயிர்த்தொகைகள், சோதனைக் குழல்களிலோ, வேறு கலன் களிலோ வளர்க்கப்படுகின்றன. இந்த முறையில் எந்த ஒரு தொடக்க உயிர்த்தொகையும் உருவாக்கப்பட்டு விரிவாக ஆராயப்படலாம். இந்த முறை பல்வேறு சிற்றினங்கள் மற் றும் சடுதி மாற்றங்களின் பரஸ்பர வாழ்திறனைத் தெளி வுபடுத்த—எடுத்துக்காட்டாக — இன்றியமையாததாகும். அண்மை ஆண்டுகளில் மரபியல் உயிர்த்தொகைகள் மின் அணு கணித இயந்திரங்களைக் கொண்டு பரிசீலனை செய் யப்பட்டுள்ளன. இது பல்வேறு அணுகுமுறைகளில் ஒன்றே ஆகும். அவற்றில் ஒன்றை ஐயத்திற்கு இடமின்றி மாபெரும் எதிர்காலம் கொண்ட ஒன்றை, அதாவது உயிரியல் விஞ்ஞா னிகளை மேலும் விரிந்த அளவில் இணைப்பதைப் பற்றி மட்டும் நான் விரிவாகக் கூறுவேன்.

உயிரினங்களின் தொகுதிகளை டார்வினிசம் மற்றும் மரபியலின் கூட்டுக் கண்ணோட்டத்தில் பரிசீலனை செய் வது பற்றி நாம் இதுவரை கூறி வந்துள்ளோம். ஆனால், ஒரு சிற்றினம் தானாகவே தனிமையில் வாழ்வதில்லை. அதில் தாவரங்கள், விலங்குகள் இவற்றின் பிற சிற்றினங் களோடு சகவாழ்வு வாழ்கிறது. அது மட்டுமல்ல. இந்தச் சிற்றினங்களில் எவையும் சூனியத்தில் வாழ்வதில்லை. அவை அனைத்தும் சுவாசிக்கின்றன மற்றும் பொருள்களைத் தன் மயமாக்குகின்றன. எனவே, ஓர் இடத்தில் தட்பவெட்ப நிலை, வளி மண்டலம், நிலம், நிலத்தடிப்பாறைகள் ஆகி யவை எவ்வாறு உள்ளன என்பது முக்கியத்துவமற்றதா காது. உயிர்த்தொகை மரபியல், உயிர்க் கூட்டியல் (உயிர் வாழ் ஜீவிகளின் சமுதாயங்கள் எனும் கோட்பாடு) உயிர் மண்டலம் என்ற வெர்னாத்ஸ்கியின் கோட்பாடு உயிர் பூகற்ப வேதியல் மண்வள விஞ்ஞானம் ஆகியவை மிகவும் சிக்கலான தொகுதியாக உள்ளன. அது அத்தொகுப்பின் உயிருள்ள மற்றும் உயிரற்ற உட்பகுதிகளுடன் ஓர் உயிரி கொண்டுள்ள தொடர்புகள் அனைத்தையும் கணக்கில் எடுத் துக்கொள்கிறது. இந்த அதீத-விஞ்ஞானத்தின் அடித்தளங் கள் ருஷ்ய விஞ்ஞானப் பேரவையின் அங்கத்தினரான விளா

திமிர் ஸுகசேவால் இடப்பட்டன. இந்தப் பிரச்சினை மிகவும் சிக்கலானது. நாம் அதற்கு ஈ கொடுத்துக்கொண்டு இருக்கிறோமா? ஆம். நிச்சயமாக! உதவியற்ற மனிதனின் சக்திக்கு அப்பாற்பட்டனவற்றைச் செய்யக்கூடிய கணித எந்திரங்கள் இப்போது நம் வசம் உள்ளன. மேலும், பகுப்பாய்வதற்கு எளிதாக உள்ள, எளிதான செயற்கைத் தொகுப்புகளையும் ஆராய முடியும். ஆனால், இவை அனைத்தும் முற்றிலும் வேறான விஷயமாகும்.

நவீன உயிர்த்தொகை மரபியலின் முதன்மையான போக்குகளை வரிசையாகக் கூறுவதுகூடச் சாத்தியமற்றது. உலகின் ஒவ்வொரு மூலையிலும் விஞ்ஞானிகள் அதை ஆராய்ந்து வருகிறார்கள். அவை அனைத்தும் செத்வெரிகோவின் கட்டுரையால் தொடங்கப்பட்ட டார்வினிசப் புத்துயிர்ப்பின் நீட்சிகளேயாகும்.

உலகின் நாகரிகமடைந்த பகுதியினர் டார்வினினுடைய 'சிற்றினங்களின் தோற்றத்தின்' நூற்றாண்டு விழாவை 1959இல் கொண்டாடினார். டார்வினிசத்தின் வளர்ச்சிக்குப் பெரும்பங்காற்றிய விஞ்ஞானிகளுக்கு ஜெர்மன் நாயகக் குடியரசின் விஞ்ஞானப் பேரவை நினைவுப் பதக்கங்களை வழங்கியது. அவ்வாறு கௌரவப்படுத்தப்பட்ட சிறிய குழுவில் ஸெர்ஜி செத்வெரிகோவ் ஒருவராவார். ஆனால், அப்பரிசினைப் பெற்றுக்கொள்ள அவர் உயிரோடு இருக்கவில்லை. பரிசளிப்பு அவரது மரணத்திற்குச் சில நாள்களுக்குப் பின்னர் நடந்தது.

மாவளத்தின் படைப்பாளிகள்

மனிதனுடைய சந்தேகங்களைதிருப்தி செய்வது மட்டும் விஞ்ஞானத்தின் நோக்கமல்ல. எந்த ஒரு விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்பும் அண்மையிலோ சேய்மையிலோ நடைமுறை விளைவுகளைக் கொடுக்கிறது. மரபியல் மற்றும் பரிணாமக் கோட்பாட்டினுடைய இணைப்பின் நடைமுறை முக்கியத்துவம் தெளிவாகத் தெரிகிறது.

தேர்வாளர்கள் திட்டவட்டமற்ற முறையிலே பரிசோதனைகள் செய்து வந்தார்கள். இந்த அத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள ஆராய்ச்சிக்குப் பின்பு புதிய வகைகளையும்

கலப்பினங்களையும் அடைவதற்கு இரண்டு புதிய வழிகள் திறந்து விடப்பட்டன. நடைமுறைக் கலப்பினப் பெருக்கத்திற்கு மெண்டலிசத்தின் முக்கியத்துவத்தை நான் இங்கு குறிப்பிடவில்லை. ஏனெனில், அது வெகு காலத்திற்கு முன்னரே பயன்படுத்தப்பட்டு விட்டது. இயற்கையால் அளிக்கப்பட்ட செல்வங்களைப் பயன்படுத்திக்கொள்வது, செயற்கை முறையில் சடுதி மாற்றங்களை ஊக்குவிப்பது ஆகியவையே அந்த இரண்டு புதிய முறைகளாகும்.

தேர்விற்குக் குறிப்பிட்ட முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை நிக்கோலாய் வாவிலோவின் ஆராய்ச்சிகள் ஆகும். இருபதுகளின் தொடக்கத்தில் அவர் ''ஒத்த வரிகளின் விதியை'' உருவாக்கினார். செத்வெரிகோவின் ஆராய்ச்சிக்கு முன்னர்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இந்த விதி நடைமுறையில் அதனோடு நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அது, மரபியல் வேறுபாடுகளின் விசேடத் தன்மை பற்றியது. நெருங்கிய உறவுடைய சிற்றினங்கள், மரபியல் ரீதியில் மாற்றி அமைக்கப்பட்ட வகைகளின் ''சமாந்தர வரிசைகளைக்'' கொடுக்கும் என்பதே அதன் சாரம். இவ்விதியின் உதவி கொண்டு ஒருவர் எதைக் கண்டுபிடிப்பது சாத்தியமோ, அதை நம்பிக்கையுடன் தேடவும் வீண்முயற்சிகளைத் தவிர்க்கவும் முடியும். எடுத்துக்காட்டாக, கோதுமையின் ஒரு சிற்றினம் ஒரு குறிப்பிட்ட நோயை எதிர்க்கக்கூடிய ஒரு ஜீனைப் பெற்றிருக்குமேயானால், அது நெருங்கிய உறவுடைய மற்றொரு சிற்றினத்தில் நிச்சயமாகக் காணப்படும். ஆனால், டிரோஸோபைலாவில் எண்ணற்ற கண்—நிற ஜீன்கள் இருந்த போதிலும், அதில் நீலக் கண்ணுடைய சடுதி மாற்றத்தைத் தேடுவது பயனற்ற முயற்சியாகும். ஏனெனில், நீலக் கண் நிறம் ஒன்றை உற்பத்தி செய்யும் எந்தச் சிற்றினமும் இயற்கை உயிர்த்தொகையில் இல்லை.

வாவிலேவினுடைய விதியின் அடிப்படையில் செய்யப்பட்ட தேர்விற்கு இனிப்பு லூப்பின் (Lupine—கால்நடைத் தீனியாக உதவுந் தோட்டச் செடிவகை) வகையை உருவாக்கியது ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். வெள்ளை லூப்பின் அமோகமான விளைச்சலைத் தரும் மதிப்பு வாய்ந்த தீவினமாகும். ஆனால், அதில் கசப்பான மற்றும் விஷத் தன்மையுடைய லூப்பினின் எனும் பொருள் உள்ளது. எனவே,

அதை நேரடியாகப் பயன்படுத்த முடியாது; மாட்டுத் தீவி னத்தைத் தயாரிப்பதற்குக்கூட அதை வேறு ஏதேனும் ஒரு பயிருடன் கலக்க வேண்டும். ஆனால், பயற்றினப் (Leguminous) பயிர்கள் அனைத்தும் இனிப்பு வகைகளைக் கொண்டிருந்தன என்பதை மரபியலாளர்கள் அறிந்து இருந்தார்கள். எனவே, தேவையான பண்பைப் பெற்ற ஒரு செடியாவது ஒரு பெரிய வயலில் இருக்கும் என்று உறுதியாக நம்பலாம். உண்மையில் அது மரபியலைக்காட்டிலும் வேதியலையே பொருத்த ஒரு விஷயமாகும். லூப்பினை விரைவாக நிர்ணயம் செய்வதற்கு ஒரு முறை உருவாக்கப்பட்ட போது தேவைப்பட்ட சடுதி மாற்றங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

உலகில் உயிரினங்களின் ஏறத்தாழ மூன்று மில்லியன் சிற்றினங்கள் வாழ்கின்றன. அவற்றில் சிலவே பயிரிடப்படுகின்றன. பயிரிடப்படும் தாவரங்கள், வீட்டுவிலங்குகள் இவற்றில் பெரும்பான்மையானவை வரலாற்றுக் காலத்திதிற்கு முந்தைய மனிதனிடமிருந்து நமக்கு வந்துள்ளன. அவன் கண்ணிற்கு எது பட்டதோ, அதை அவன் எடுத்துக் கொண்டான். நமது இயற்கைச் செல்வத்தை முழுமையாகப் பயன்படுத்திக்கொள்வதே தேர்வாளர்கள் முன் இன்றுள்ள பிரச்சினையாகும். முன்னர் என்றுமே கண்டிராத ஒன்றை வாவிலோவ் செய்தார். அவர் நம்மால் பயிரிடப்படும் தாவரங்களின் உறவினர்களைத் தேடி உலகெங்கும் பயணம் செய்தார். பயிரிடப்படும் தாவரங்கள் முதன்முதலில் தோன்றிய கேந்திரங்களைக் கண்டுபிடித்து, அவர் மேற்கொண்டு தேர்வு செய்வதற்காக அளவற்ற தாவரச் செல்வத்தைச் சேகரித்தார்.

கிரேட் பிரிட்டனில் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, மரபியலின் அனைத்துலகச் சஞ்சிகையான ''ஹெரிடிடி'' தொடங்கப்பட்ட போது அதன் சிவப்பு அட்டையில் மரபியலில் மாபெரும் பங்காற்றிய விஞ்ஞானிகளின் பெயர்கள் காணப்பட்டன. மொத்தத்தில் சுமார் பன்னிரண்டு பெயர்கள் இருந்தன. அவற்றில் டார்வினுடைய பெயரோடு வாவிலோவுடையதும் இருந்தது.

புதிய வகைகளையும், கலப்பினங்களையும் உருவாக்குவதற்கு இரண்டாவது வழி மரபியல் வேறுபாடுகளைச் செயற்கை முறையில் அதிகரிப்பது, சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டுவது ஆகும். இது நமது அடுத்த அத்தியாயத்தின் உள்பொருளாக இருக்கும்.

ஜீன்கள் தாக்கப்படுகின்றன

ஒரு கோட்டை வீழ்கிறது

ஜீன்களில் மரபியல் மாறுபாடுகளை உண்டாக்குவது மரபியலாளர்கள் முன்னே உள்ள கடமை ஆகும். இயற்கை ஜீன்களைப் பத்திரமாக ஒளித்து வைத்துள்ளது. ஓர் உயிரினத்தின் ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஜீன்கள் அனைத்தும் உள்ளன. ஆனால், சந்ததிகளுக்கு மாற்றப்படக்கூடிய மாற்றங்களை ஊக்குவிக்க அண்டத்தில் (அல்லது அதற்கு இணையாக ஆண் இனப் பெருக்க செல்களில்) உள்ள ஜீன்களை மாற்ற வேண்டும். பாலினப் பெருக்க செல்கள், அவற்றைப் புற அம்சங்களின் பாதிப்பிலிருந்து பாதுகாப்பதற்காக உடலின் ஆழ்ந்த பகுதியில் ஒளித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. பாலினப் பெருக்க செல்கள் நியூக்ளியஸையும் நியூக்ளியஸ் குரோமோசோம்களையும் குரோமோசோம்கள் நம்மால் பெறப்பட வேண்டிய ஜீன்களையும் கொண்டுள்ளன.

எனவே, செயற்கை முறையில் சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிப்பதற்காகச் செய்யப்பட்ட எண்ணற்ற முயற்சிகள் நீண்ட காலம் வரை வெற்றியடையவில்லை என்பது ஒரு தற்செயல் நிகழ்ச்சி அல்ல. பல பாதிப்புகள், பாலினப் பெருக்க செல்களின் ஜீன்களை அடைவதில்லை. அல்லது பெரிதும் மாற்றப்பட்ட முறையிலே அடைகின்றன.

சடுதி மாற்றங்களைச் செயற்கையாக ஊக்குவிப்பதில் வெற்றிகரமான பரிசோதனை பற்றி மரபியலாளர்கள் 1927 வரை கேள்விப்படவில்லை. அவை புகழ் பெற்ற அமெரிக்க மரபியலாளர் எச். முல்லெரால், பின்னர் இவருக்கு நோபல் பரிசு அளிக்கப்பட்டது, 5வது அனைத்துலக மரபியல் மகாநாட்டில் அறிவிக்கப்பட்டன. டிரோஸோபைலாவில் எக்ஸ்-

கதிர்கள் மூலம் மிகப்பல சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்று விக்க அவரால் முடிந்தது. மரபியலாளர்களின் கனவுமுடிவாக நினைவாகியது.

கண்டுபிடிப்புகள் பல சந்தர்ப்பங்களில் ஒரே சமயத்தில் செய்யப்படுகின்றன்ன. முல்லெரின் ஆராய்ச்சி வெளியிடப்பட்ட காலத்தை ஒட்டி, அவரது சக நாட்டவரான எல். ஜே. ஸ்டாட்லெர், பார்லியிலும் மக்காச் சோளத்திலும் செயற்கைச் சடுதி மாற்றங்களை உண்டாக்கி இருந்தார். அதை அவர் 1928இல் வெளியிட்டார். அவர் முல்லெரிடமிருந்து தனித்து அதே எக்ஸ்-கதிர்களைப் பயன்படுத்திப் பரிசோதனை செய்திருந்தார்.

எனினும், ரான்ட்ஜென் இயல் மற்றும் கதிர்வீச்சியல் கழகத்தில் (Institue of Rontgenology and Radiology) பணி புரிந்துகொண்டிருந்த ஜியோர்ஜி நாத்ஸன் மற்றும் அவருடைய இளம் சக ஆராய்ச்சியாளரான கிரிகோரி பிலிப்போவ் ஆகிய இரண்டு லெனின்கிராடு விஞ்ஞானிகளால் முல்லெரது பரிசோதனைகளுக்கு இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு முன்பே, சடுதி மாற்றங்கள் செயற்கை முறையில் ஊக்குவிக்கப்பட்டிருந்தன. அவர்கள் யீஸ்டுகளைக் கொண்டு பரிசோதனைச் செய்து கதிர்வீச்சுப் பொருள்கள் மூலம் அவற்றில் சடுதி மாற்றங்களைப் பெற்று இருந்தார்கள். அவர்களுடைய பரிசோதனைகள் பற்றிய முதல் கட்டுரை அக்கழகத்தின் நடவடிக்கைக் குறிப்புகளில் 1925இல் வெளியிடப்பட்டது. பின்னர் அவர்கள் தங்கள் கண்டுபிடிப்புகளைப் பிரஞ்சு சஞ்சிகை ஒன்றில் வெளியிட்டார்கள்.

இவ்வாறு முதல் பரிசோதனைகளின் போது விலங்குகள், தாவரங்கள், நுண்ணுயிர்கள் ஆகியவற்றில் சடுதி மாற்றங்கள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. இந்த மூன்று சந்தர்ப்பங்களிலும் சடுதி மாற்றங்கள் கதிர்வீச்சின் மூலம் உண்டாக்கப்பட்டிருந்தன. அந்தக் காலத்தில் இருந்து ஒரு புதிய விஞ்ஞானம் — கதிர்வீச்சு மரபியல் — மிக மிக விரைவாக வளர்ச்சியுற்றது.

கதிர்வீச்சு மரபியலின் தோற்றம் வழக்கமாக முல்லெர் மற்றும் ஸ்டாட்லெர் ஆகியோரின் பெயர்களுடன், முதன்மையாக முல்லெரின் பெயருடன்—அது அவ்வளவு நியாயமல்ல — தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது. நாட்ஸன் மற்றும்

பிலிப்போவினுடைய கண்டுபிடிப்பு ஒரு தற்செயல் நிகழ்ச்சியல்ல. மற்றும் அவர்கள் தங்களது ஆராய்ச்சிக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்காமலும்—இது போல அடிக்கடி நடைபெற்றுள்ளது—இருக்கவில்லை. மாறாக, அவர்கள் தங்களது பரிசோதனைகளை ஒரு திட்டத்துடனே செய்தார்கள். அவர்கள் ரான்ட்ஜென் இயல் கழகம் ஒன்றில் பணி புரிந்து வந்ததால், அவர்களுடைய கண்டுபிடிப்பின் முக்கியத்துவத்தை நன்கு உணர்ந்திருந்தார்கள். அவர்களுடைய முதல் கட்டுரையில், வரலாற்றுப் புகழ் பெற்ற அக்கட்டுரையின் தலைப்பிலுங்கூட அவர்கள் கதிர்வீச்சுச் சடுதி மாற்றங்களின் நடைமுறைப் பயன்களுக்கான வாய்ப்பைப் பற்றிக் கூறினார்கள். அவர்களது முதல் கட்டுரையைத் தொடர்ந்து வரிசையாகப் பல கட்டுரைகள் வெளி வந்தன. அவற்றில் அவர்கள், யீஸ்டின் புதிய புதிய வகைகளில் சடுதி மாற்றங்களைத் திட்டமிட்ட முறையிலே ஊக்குவித்தார்கள். எனில், ஏன் இவ்வாறு நடந்தது?

1965இல் கதிர்வீச்சின் சடுதி மாற்றத் தோற்றுவிக்கும் விளைவு கழகத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதன் 40வது ஆண்டு விழாவின் போது, ரான்ட்ஜென் இயல் மற்றும் கதிர்வீச்சு இயலுக்கான அரசாங்கக் கழகத்தில் ஒரு கருத்தரங்கு நடத்தப்பட்டது. இதை நான் எழுதிக்கொண்டிருக்கும் போது, பிலிப்போவின் அறிவு மிக்க இனிமையான முகத்தின் ஒழுங்காக வாரப்பட்ட தலையையும் துயரமான புன்னகையையும் கொண்ட முற்றிலும் ருஷ்ய முகத்தின் படத்தைத் தாங்கிய அழைப்பிதழ் என்முன் உள்ளது. அவரது விரல்கள் ஒரு சிகரெட்டைப் பிடித்துக்கொண்டிருக்கின்றன. ஏனெனில், அவர் இடைவிடாது புகை பிடிப்பவராக இருந்தார். அப்படத்தின்கீழ் சுருக்கமான குறிப்பு ஒன்று உள்ளது: பிலிப்போவ் கிரிகோரி ஸெமெனோவிச், 1898—1933. அவர் 35வது வயதில் காச நோயால் மரணமடைந்தார். ஜி.நாட்ஸன் அவருக்குப் பின் சில ஆண்டுகளே உயிர் வாழ்ந்தார்.

அவர்களுடைய ஆராய்ச்சிகள் மறுக்க முடியாதபடி முன்னுரிமை பெற்றிருந்த போதிலும், கதிர்வீச்சு மரபியலின் வளர்ச்சியில் கணிசமான பங்கு ஆற்றவில்லை என்பதற்கான காரணங்களில் அது ஒன்றாகும். ஆனால், அது மட்டுமே காரணம் அல்ல. நாட்ஸன் மற்றும் பிலிப்போவின்

ஆராய்ச்சி ருஷ்ய மொழியில் (இது பிற நாட்டு விஞ்ஞானிக ளால் இன்று இருப்பதைவிடக் குறைவாகவே அப்போது படிக்கப்பட்டு வந்தது) குறைந்த அளவு வாசகர்களைக் கொண்ட ஒரு சஞ்சிகையில் வெளியிடப்பட்டது என்ற விவ ரமும் முக்கியமான பங்கு வகித்தது. அதைவிடக் குறைந்த முக்கியத்துவமில்லாத மற்றொன்றும் இருந்தது. முல்லெ ரும், ஸ்டாட்லெரும் ஏறத்தாழ ஓரே சமயத்தில் ஓரே சஞ்சிகையில்தான் தங்கள் பரிசோதனைகளை வெளியிட் டார்கள். ஆனால் முல்லெரின் பெயர்தான் அடிக்கடி நினை வுபடுத்திக்கொள்ளப்படுகிறது. அது ஏன் அவ்வாறு?

பரிசோதனைகளுக்கான ஆய்வுப் பொருள் இங்கு பெரும் பங்கு ஆற்றியது. அன்று இச்சைக்கு உகந்த மரபியல் ஆய் வுப்பொருளான டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு முல் லெர்ப் பரிசோதனைகள் செய்தார். அதனுடைய பண்கள் மிகவும் நுணுக்கமாக ஆராயப்பட்டு இருந்தன. டிரோஸோ பைலாக்களின் பலதூய இழைகள் ஆய்வுக்கூடங்கள் அனைத்திலும் வளர்க்கப்பட்டு இருந்தன. அதனுடைய பண் புகளில் ஏற்படும் மிக நேர்த்தியான மாற்றத்தைக்கூட மிக வும் எளிதாக நிர்ணயிக்க விஞ்ஞானிகள் கற்று இருந்தார் கள். எனவே, மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி பற்றிய குரோமோ சோம் கோட்பாடு முதன்மையாக டிரோஸோபைலாவைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளில் இருந்தே உரு வாக்கப்பட்டது என்பதும் கதிர்வீச்சு மரபியலின் பிறப்பு அதனுடனேயே முதன்மையாகத் தொடர்பு படுத்தப்பட்டது என்பதும் வியப்பல்ல. அதனால்தான் கதிர்வீச்சு மரபியலின் மிகச் சிறந்த ஆராய்ச்சிகளில் பெரும்பான்மையானவை ஸ்டாட்லெரின் பரிசோதனைகளைவிட நாட்ஸனையும் பிலிப்போவையும் பற்றிக் கூறவே வேண்டியதில்லை—முல் லெரின் முதல் பரிசோதனைகளுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருந்தன. யீஸ்டை, லெனின்கிராடு விஞ்ஞானிகள் இந்தப் பொருளைக் கொண்டுதான் ஆராய்ச்சி செய்தார் கள், பொருத்த மட்டில் அதனுடைய மரபியல் சிக்கலாக இருப்பதுடன் ஆழங்காணக் கடினமானதாகவும் உள்ளது. இன்றுகூட அதைப் பற்றிய பல விவரங்கள் தெளிவாகத் தெரியவில்லை.

யீஸ்டைப் பொருத்த நாட்ஸன் பெரும் நிபுணராக இருந்

தார். யீஸ்டில் சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கும் பரிசோதனைகள் இன்றுகூட அவரது முறையின் அடிப்படையில்தான் அமைந்துள்ளன. ஆனால் நாட்ஸன் மற்றும் அவருடைய அறிவு மிக்க சீடர் பிலிப்போவ் ஆகியோரால் தொடங்கப்பட்ட முறையில், வெற்றிகரமாக யீஸ்டுகளைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்ய நாற்பது ஆண்டுகளுக்கு முன் யாருமே தகுதி பெற்று இருக்கவில்லை.

நாம் ஏற்கெனவே பார்த்தது போல, மரபியல் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிப்பதற்கு (அல்லது அவை சாத்தியமற்றவை என்பதை நிரூபிப்பதற்கு) ஆன முயற்சிகள் சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதிக் காலத்தில் வீஸ்மன் செய்த பரிசோதனைகளில் இருந்து தொடர்ந்து செய்யப்பட்டு வந்து இருக்கின்றன. வெப்பநிலை, ஈரப்பசை, எந்திர அமிசங்கள் ஆகிய பல இதற்கெனப் பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால், எல்லா முயற்சிகளும் தோல்வியுற்றன. இருபதுகளின் இடைப் பகுதிகளில் மூன்று ஆய்வுக்கூடங்கள் செயற்கைச் சடுதி மாற்றத்தைத் தோற்றுவிப்பதில் வெற்றி கண்ட போது அவை அனைத்தும் கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்தியே அவ்வாறு செய்தன.

கதிர்வீச்சு ஏன் ஒரு சடுதி மாற்ற ஊக்குவிப்பு அமிசமாக விளங்கியது என்பதைப் புரிந்துகொள்ள நாம் உயிரியலில் இருந்து பௌதிகத்திற்குச் செல்ல வேண்டும்.

பல வகையான கதிர்வீச்சுகளைப் பௌதிகவியலாளர்கள் அறிவார்கள். ஆனால், அவற்றில் பல மரபியல் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் திறனற்றவையாக உள்ளன. கண்ணிற்குப் புலனாகும் ஒளி, வெப்பக் கதிர்வீச்சு மற்றும் வானொலி அலைகள் ஆகியன சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிப்பதில்லை. நாட்ஸன் மற்றும் பிலிப்போவினால் பயன்படுத்தப்பட்ட கதிரியக்கப் பொருள்களால் வெளியிடப்படும் கதிர்கள், அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளால் பயன்படுத்தப்பட்ட எக்ஸ்-கதிர்கள் ஆகியவை, பிற சில வகைகளோடு, அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சுகள் என்ற ஒரு தொகுதியில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை ஊடுருவிச் செல்லும் எந்தப் பொருளையும் அயனீகரணம் அடையச் செய்வதே (எனவேதான் அவை அப்பெயர் பெற்றன) அவற்றிடையே உள்ள பொதுவான பண்பு. அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சுகளை அல்லாவிட்டாலும், அவை உண்டாக்கும் விளைவுகளையாவது ஒருவர் தனது சொந்தக் கண்களாலேயே காணலாம்.

அணு பௌதிகம் அல்லது காஸ்மிக் கதிர்கள் இவற்றின் பிரச்சினை பற்றி ஆராயும் எந்த நவீனப் பௌதிக ஆய்வுக் கூடத்திலும் ஒரு கருவி இருக்கும். இது அதனைக் கண்டுபிடித்தவரின் பெயரால் வில்ஸன் மேக அறை எனப்படுகிறது. அதன் தத்துவம் மிகவும் எளிதானது. அது அதிதப் பூரிதமடைந்த நீராவியால் நிரப்பப்பட்ட ஓர் அறையாகும். நீராவியின் பரிமாணத்தை மாற்றலாம். அப்போது இது விரைவில் நீராவியைக் குளிரச் செய்கிறது. அறையினூடு செல்லும் அயனீகரிக்கப்பட்ட துகள் ஒன்று அதன் பாதையில் நுண்ணிய நீர்த்திவலைகளாலான மெல்லிய, மூடுபனி போன்ற கோடு ஒன்றை விட்டுச் செல்கிறது.

ஒரு மின்மானியின் மூலம் அயனீகரணத்தை இதைவிட எளிதாகக் காணலாம். இது உலோகக் கோல் ஒன்றிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்ட இரண்டு மெல்லிய உலோகத் தகடுகள் அல்லது இலைகளைக் கொண்ட ஒரு கலனாகும். மின்னேற்றம் உடைய ஒரு பொருளினால் கோலைத் தொடும்போது அந்த இலைகள் விலகுகின்றன. கதிர் இயக்கம் மூலம் ஒன்று கோலின் அருகிலே வைக்கப்படும்போது இலைகள் அரைவாக ஒன்றோடொன்று சேர்கின்றன. ஏனெனில், அயனீகரணம் என்பது ஒரு பொருளின் அணுக்களுக்கு மின்னேற்றம்

கொடுப்பதே அன்றி வேறு எதுவும் இல்லை. நீராவியின் மின்னேற்றமுடைய துகள்களின்மீது நீர்த்திவலைகள் படிவதால் வில்ஸனின் மேக அறையில் கோடு உண்டாக்கப்படுகிறது. அயனீகரணிக்கப்பட்ட காற்று மின்சாரத்தைக் கடத்துவதால் இலைகள் வீழ்கின்றன.

அணுக்கள் எவ்வாறு மின்னேற்றம் பெறுகின்றன? ஓர் அணு, நேர் மின்னேற்றம் உடைய உள் கருவையும் அதைச் சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான்களையும் கொண்டது என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை உள் கரு மின்னேற்றங்களுக்குச் சமமாக உள்ளது. எனவே, மொத்தமாகப் பார்க்கும்போது ஓர் அணு மின் நடுநிலை கொண்டதாக உள்ளது. அது மின்னேற்றம் அடைய வேண்டுமானால், அதனுடைய மின் ஏற்றங்கள் பிரிக்கப்பட வேண்டும். அதாவது ஓர் எலெக்ட்ரானை அகற்ற வேண்டும். அப்போது ஓர் எலெக்ட்ரான் குறைவாக உள்ளது. எனவே, நேர் மின்னேற்றமுடைய ஓர் அணு எதிர் மின்னேற்றமுடைய ஓர் எலெக்ட்ரான் என இரு அயனிகள் உண்டாக்கப்படும்.

ஓர் அணுவில் இருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானைத் துண்டிக்க மிகுந்த ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது என்பதை நீங்கள் எளிதில் கற்பனை செய்துகொள்ளலாம். எனவே, எல்லா வகை கதிர்வீச்சுகளாலும் அயனீகரணத்தை உண்டாக்க முடியாது. கண்ணிற்குப் புலனாகும் ஒளியின் கதிர்கள் அல்லது அதை விடச் ''சக்தி வாய்ந்த'' செயலூக்கமுள்ள புற ஊதாக் கதிர்கள் ஆகியவை பொருளின் துகள்களால் கிரகிக்கப்படும்போது அவை அவற்றைக் ''கிளர்ந்த நிலையில்'' தற்காலிகமாக வைக்கின்றன. ஓர் எலெக்ட்ரான் உள்கருவில் இருந்து சிறிது விலகி, பின்னர் அதன் வழக்கமான சுழல் பாதைக்குத் திரும்பவும் வருகிறது.

கண்ணிற்குப் புலனாகும் ஒளி, புற ஊதா மற்றும் அகச் சிவப்பு ஒளி, வானொலி அலைகள் இவற்றைப் போன்றே அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சும். அவை அனைத்தும் மின் காந்த வெளியீடுகளே. ஆனால், அதிக ஆற்றலைக் கொண்டிருப்பதில் அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சு மற்றதிலிருந்து வேறுபடுகிறது. இந்த வேறுபாடு மிகவும் முக்கியமானதாகும். ஏனெனில், இந்தக் கதிர்வீச்சை இதுதான், அயனீகரணிக்கும் திறன் உடையதாக ஆக்குகிறது. அயனீகரிக்கப்

பட்ட நிலை மிகவும் நிலையற்றது. அயனீகரிக்கப்பட்ட ஓர் அணு வெகு விரைவாக ஏதோ ஓர் இரசாயன மறுவினையில் பங்கு கொள்ள முயற்சிக்கிறது. எனவே, அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சுக்கும் ஒரு பொருளில் இரசாயன மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கும் திறன் உடையவையாக உள்ளன. அதோடு, இந்தக் கதிர்வீச்சு அதனுடைய உயர்ந்த ஆற்றலின் விளைவாக எந்தத் தடையையும் ஊடுருவிச் செல்லக்கூடியதாக உள்ளது. அதனால்தான் அது மருத்துவத்திலும் தொழில் நுணுக்கத்திலும் பொருள்களை ''ஊடுருவிப் பார்க்கப்'' பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்கதிர்களை முற்றிலும் ஊடுருவ விடாத எந்தப் பொருளும் இதுவரை தெரியவில்லை. சிறந்த பட்சமாக ஒரு பொருள், அதனுடைய ஓட்டத்தைப் பலவீனப்படுத்த மட்டுமே செய்யலாம். காற்று இவற்றை முற்றிலுமாக ஊடுருவ அனுமதிக்கிறது. கண்ணாடியும் மரமும் அதைவிடச் சற்றுக் குறைவாக அனுமதிக்கின்றன. ஈயம் எல்லாவற்றைக்காட்டிலும் குறைவாக அனுமதிக்கிறது. அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சை முற்றிலுமாக கிரகித்துக் கொள்ளும் அளவிற்கு ஈயத்தின் எந்த அடுக்கும் தடிமனாக இல்லை. (குறைந்தது தத்துவார்த்த ரீதியிலாவது.) எனவே, கதிர்வீச்சுக்கு எதிரான பாதுகாப்பிற்கான மதிப்பீடுகள் அதைப் பாதுகாப்பான மட்டத்திற்குக் குறைப்பதை அல்லாது, அதை முழுமையாகத் தடுப்பதைக் குறிக்கவில்லை.

நாம் இப்போது மீண்டும் மரபியலுக்கு வருவோம். ஒரு சடுதி மாற்றத்தை உண்டாக்க வேண்டுமானால், ஒரு ஜீனை மாற்றியாக வேண்டும் என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. ஜீன் என்பது என்னவென்று அப்போது தெரிந்து இருக்கவில்லை. ஆனால், அது ஓர் இரசாயனப் பொருளாக அன்றி வேறு எதாகவும் இருக்க முடியாது என்பது தெளிவாகத் தெரிந்தது. ஒரு ஜீனை இரசாயன முறையின் மூலம் பாதிக்க முடியுமா? அது அவ்வளவு எளிதானதாக இருக்கவில்லை. ஓர் இரசாயனப் பொருள், அது செல்லும் வழியிலே மாற்றங்களை அடையாமலும் அருகிலே உள்ள மற்ற ஏதோ ஒன்றுடன் இரசாயன வினை புரியாமலே, புதிர் மிக்க ஜீனைச் சென்று அடைய முடியாது. ஒரு ஜீன் எப்பொருளால் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பது தெரியாது இருக்கும்போது எப்பொருளை உபயோகப்படுத்துவது?

அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சே தேவைப்பட்ட ஒன்றாக இருந்தது. அந்தக் கதிர்கள் எந்தத் தடையையும் ஊடுருவிச் செல்கின்றன; எந்த அணுவையும் அவற்றால் அணுக முடியும்; எந்தப் பொருளையும் இரசாயன முறையில் மாற்ற முடியும்.

அதனுடைய சடுதி மாற்றந் தூண்டும் தன்மையைக் கண்டுபிடித்தவர்கள் மேற்கண்டவாறு விவாதித்து இருக்கலாம். நாம் ஏற்கெனவே பார்த்தது போல அவர்களுடைய அனுமானம் சரியானதாக இருந்தது. நீண்டதொரு முற்றுகைக்குப் பின்பு, ஜீன் எனும் கோட்டை அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சால் தாக்கப்பட்டபோது அது முடிவாகச் சரணடைந்தது.

பரிசோதனைகள் அனைத்திலும் பல, புதிய நிலையான மரபுக்குணச் சமூக மாற்றங்கள் பெறப்பட்டன. நாட்ஸனும் பிலிப்போவும் அளவு, வடிவம், நிறம் இவற்றில் வேறுபட்ட காலனிகளை வளர்த்தார்கள்; யீஸ்டு செல்களின் உயிர் இரசாயனப் பண்புகளும் மாற்றப்பட்டன. ஸ்டாட்லெர், உயரம், நிறம், இலைகளின் வடிவம் இவற்றில் வேறுபட்ட தாவரங்களைத் தோற்றுவித்தார். முல்லெர், கருத்த அல்லது வெளிறிய உடல் நிறம், பல தரப்பட்ட கண் நிறம், மாறுபட்ட முறையிலே அமைக்கப்பட்டிருந்த உடல் ரோமங்கள், முறுக்கிய இறக்கைகள் அல்லது இறக்கையே இல்லாமை, இவற்றைக் கொண்ட ஈக்களை வளர்த்தார்.

பிற விஞ்ஞானிகள், பிற உயிரினங்களில் சடுதி மாற்றங்களை உண்டாக்கத் தொடங்கினார்கள். அவர்கள் எப்போதும் வெற்றி பெற்றார்கள். அதைவிட முக்கியமாக இருந்தது என்னவென்றால், புதிய பண்புகள் சந்ததிகளுக்கு மாற்றப்பட்டன.

சடுதி மாற்றங்களில் மிகப் பெரும்பான்மையானவை எதிர்மறைத்' தன்மையைக் கொண்டிருந்தன. அவை வாழ்திறனைக் குறைத்ததுடன் உயிரினங்களுக்கு மரணத்தைக் கூட விளைவித்தன. முல்லெரின் பரிசோதனைகளில் ''அடங்கு குணச் சாவூக்கிகள்'' அடிக்கடி உண்டாயின. இந்தத் துறைச் சொல், ஹெட்டிரோஸைகஸ் நிலையில் உள்ள ஓர் உயிரினத்தின் வாழ்திறனைப் பாதிக்காது. ஹோமோஸைகஸ் நிலையில் அதற்கு மரணத்தை—வழக்கமாகக் கரு

நிலையில்—விளைவிக்கும் சடுதி மாற்றங்களைக் குறிக்கிறது. வேறு வழியில் சொன்னால், அத்தகைய சடுதி மாற்றம் ஒரு குரோமோசோமில் மட்டுமே இருந்தால், அது தீய விளைவைக் குறைவாகவே விளைவிக்கிறது. அல்லது விளைவிப்பதே இல்லை. ஆனால், அது உருவொத்த இரண்டு குரோமோசோம்களிலும் இருக்குமானால், அதன் விளைவு நன்கு வெளிப்பாடு அடைகிறது. இந்தச் சடுதி மாற்றங்கள் முல்லெரின் பரிசோதனைகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதற்குக் காரணம், அந்தப் பரிசோதனைகள் நடத்தப்பட்ட விதமேயாகும். அது அவற்றை நிர்ணயிக்க உதவியது. மற்ற ஆராய்ச்சிப் பொருள்களுடன் செய்யப்பட்ட முந்தைய சோதனைகளில் இவை தொழில் நுணுக்கக் காரணங்களாலேயே காணப்படாது போயின.

ஓர் உயிரினத்தைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தும்போது மிகப் பெரும்பான்மையான சடுதி மாற்றங்கள் அவற்றைத் தாங்கியிருக்கும் உயிரினங்களுக்கு மரணத்தை விளைவிக்கும் சாவு ஊக்கிகளாக உள்ளன. சாவு ஊக்கிகள் அடங்கு பண்புகளாக இருப்பவை போன்றே ஆதிக்கப் பண்புகளாகவும் இருக்கலாம். அப்போது அவற்றில் ஒன்றே ஒன்று ஒரு செல்லில் இருந்தால்கூட மரணத்தை விளைவிக்கின்றன. வாழ்திறனுடைய சடுதி மாற்றங்களில் மிகப் பெரும்பான்மையானவையும் உயிரினத்தின் வாழ்திறனை ஏதோ ஓர் அளவிற்குக் குறைத்துத் தீமை பயப்பனவாக உள்ளன. மிகச் சில சடுதி மாற்றங்கள் மட்டுமே ஓர் உயிரினத்தைச் ''செம்மைப்'' படுத்துகின்றன.

இதைக் கண்டு நாம் வியப்படைய வேண்டியதில்லை. ஏனெனில், நமது கோளத்தில் உயிர் வாழும் உயிரினங்கள் அனைத்தும் ஒரு நீண்ட தேர்வு மற்றும் சூழ்நிலைக்குத் தக அமைவு இவற்றின் விளைபொருளாகும். உயிரினத்தைப் போன்ற மிகச் சிக்கலான அமைப்பு ஒன்றில் ஏற்படும் தற்செயல் மாற்றங்கள் அதற்குத் திருத்த முடியாத தீமையை விளைவிக்கலாம் எனபது முற்றிலும் தெளிவாகத் தெரிகிறது.

உட்கவடான கதிர்கள்

மரபியல் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கக் கதிர்வீச்சுக்கு உள்ள ஆற்றல் நாட்ஸன், மற்றும் பிலிப்போவினால்

1925ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் உயிரினங்களின்மேல் அதன் விளைவு அதற்குமுன்னதாகவே தெரிந்திருந்தது. அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சு சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வில்ஹெல்ம் கோன்ராடு ராண்ட்ஜென் என்ற ஜெர்மன் பௌதிகவியலாளர் கண்ணிற்குப் புலனாகாத கதிர்களை 1895இல் கண்டுபிடித்தார். அவற்றை அவர் எக்ஸ்-கதிர்கள் என்று அழைத்தார். ஆனால் அவை பல சந்தர்ப்பங்களில் அவர் பெயரால் ராண்ட்ஜென் கதிர்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பிரஞ்சுப் பௌதிகவியலாளரான ஹென்றி பெக்யூரெல், 1896இல் இயற்கைக் கதிர் இயக்கத்தைக் கண்டுபிடித்தார். புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கதிர்கள் அனைவருடைய கவனத்தையும் கவர்ந்தன. அவற்றைப் பல விஞ்ஞானிகள் பல்வேறு காரியங்களுக்கும் பயன்படுத்தத் தொடங்கினார்கள் எனவே, அவற்றின் உயிரியல் விளைவுகள் விரைவிலேயே கண்டுபிடிக்கப்பட்டதில் வியப்பு ஒன்றும் இல்லை. ருஷ்ய விஞ்ஞானப் பேரவையின் அங்கத்தினரான இவான் தார்கனோவ், ராண்ட்ஜென் தனது கண்டுபிடிப்பை விஞ்ஞான உலகிற்கு முதன்முதலாக அறிவித்த சில மாதங்களுக்குப் பின்பு 1896இல் செட் பீட்டெர்ஸ்பார்க் உயிரியல் ஆய்வுக்கூடச் சஞ்சிகையில் எழுதிய ''விலங்குகளின் மீது ராண்ட்ஜெனுடைய எக்ஸ்-கதிர்களின் விளைவுகள் பற்றிய பரிசோதனை'' என்ற கட்டுரைதான் எக்ஸ்-கதிர்களின் உயிரியல் விளைவுகளைப் பற்றிய முதற் கட்டுரையாக இருக்கலாம். கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட தவளைகளில் தார்கனோவ் சில வாழ்வியல் மறுவினைகளில் மாற்றங்களைக் கண்டார். அதற்குச் சிறிது காலத்திற்குப் பின்பு பிற நாட்டு விஞ்ஞானிகள்—ஷோபெர், அட்கின்ஸன், லோப்ரியோர்—தங்களுடைய பரிசோதனைகளை வெளியிட்டார்கள்.

என்றாலும், எக்ஸ்-கதிர்களின் உயிரியல் விளைவுகள் உயிரியலாளர்களின் பரிசோதனைகளில் இருந்து சுயேச்சையாக விரைவில் வெளிப்பட்டன. அவற்றைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்த அல்லது கதிரியக்கப் பொருள்களைக் கையாண்ட விஞ்ஞானிகள் அனைவருக்கும் தோல் கொப்பளங்கள் தோன்றின. கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட போது அவர்கள் எதையும் உணரவில்லை. ஆனால், சிறிது

காலத்திற்குப் பின்பு தோல் சிவந்து நிலையான கட்டிகள் தோன்றின. புதிய கதிர்களின் ''மறைமுகமான'' செயல் அதைவிட மோசமாக இருந்தது. காலப்போக்கில் பயங்கர மான நோய்கள் தோன்றி, அவை ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு அண்மையிலோ சேய்மையிலோ மரணத்தை விளைவித்தன.

எக்ஸ்-கதிர் மற்றும் கதிரியக்கப் பொருள் இவற்றின் முன்னோடிகளில் அநேகமாக அனைவருமே விஞ்ஞானத்தின் தியாகிகளானார்கள். எக்ஸ்-கதிர்களை ஆராய்ந்ததன் விளைவாக மரணமடைந்த விஞ்ஞானிகள் மற்றும் டாக் டர்கள் ஆகியோரின் நினைவாக 1936இல் ஹாம்பர்கில் ஒரு சின்னம் திறந்து வைக்கப்பட்டது. அப்போது அவர்கள் 110 பேராக இருந்தனர். இன்று அதைவிட அதிகமாகப் பலர் உள்ளனர்.

கதிர்வீச்சின் உயிரியல் விளைவு விஞ்ஞானிகளின் முன் னே ஒரு கடினமான பிரச்சினையை வைத்தது: அது ஏன் தீவிரமான சேகத்தை விளைவிக்கிறது? இன்று மக்களுக்கு அது வியக்கத்தக்கதாக இல்லை. கதிர்வீச்சு என்ற சொல் நமது மனத்தில் அணுகுண்டு, ஹிரோஷிமாவின் துயரம், மெகாடன் அணு வெடிப்புகள் இவற்றுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. அத்தகைய பிரம்மாண்டமான சக்தி அத் தகைய மாபெரும் சேகத்தை விளைப்பதில் என்ன வியப்பு இருக்கிறது என்று நீங்கள் கேட்கலாம். ஆனால், நீங்கள் தவறு செய்தவர்கள் ஆவீர்கள். ஏனெனில், கணிசமான அளவு உயிரியல் விளைவை, மரணத்தைக்கூட மிக மிகக் குறைவான கதிர்வீச்சைக் கொண்டு தோற்றுவிக்கலாம். ஓர் அணுகுண்டு வெடிப்பின் மையத்தில் கதிர்வீச்சின் மரண விளைவுகளைப் பற்றிப் புதிர் எதுவும் இல்லை. ஆனால் அவற்றிற்குப் பல டஜன் மைல்களுக்கு அப்பால் அதன் மரண விளைவுகளைப் பற்றிச் சிறிது சிந்திப்பது பயனுள் ளதாக இருக்கும்.

ரான்ட்ஜென் எனப்படும் அலகுகளைக் கொண்டு கதிர் வீச்சு அளக்கப்படுகிறது. பாலூட்டிகளின் எல்லாச் சிற் றினங்களுக்கும் மரணம் விளைவிக்கும் கதிர்வீச்சின் அளவு பல நூறு ரான்ட்ஜென்கள் என்று பல விஞ்ஞானிகளால் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகள் அனைத்தும் எடுத்துக் காட் டுகின்றன. விசேட சிகிச்சை முறை அன்றி எந்த ஒரு பாலூட்

டியும் 1000 ராண்ட்ஜென் அளவைப் பெற்று உயிர் வாழ முடியாது. மனிதனும் இதற்கு விதி விலக்கல்ல.

பல நூறு ராண்ட்ஜென்கள் என்பவை எவ்வளவு பெரியவை? இந்த ஆற்றலின் அளவைப் பற்றி ஒரு தெளிவான கருத்தைப் பெற, அதை நாம் நமக்கு நன்கு அறிமுகமான பிற அலகுகளில் கூற வேண்டும்.

பௌதிகவாதிகள் பல வகையான ஆற்றல் களைறிவார்கள். அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் அதற்கே உரிய அலகுகளால் (உம்) வெப்பம் கலோரிகளிலும் மின்சார கிலோவாட்-மணிகளிலும் அளக்கப்படுகின்றன. ஆனால், எல்லா வகையான ஆற்றல்களையும் ஒன்றை கற்றொன்றாக மாற்ற முடியும். வெப்பத்தை மின்சாரமாகவும் மின்சாரத்தை வெப்பமாகவும் மாற்றலாம். எத்தனை கிலோவாட்-மணிகள் ஒரு கலோரிக்குச் சமம் என்பது நன்கு தெரிந்ததே. அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சின் ஆற்றலையும் பிற வகை ஆற்றல்களாக மாற்றலாம். மரணம் விளைவிக்கக்கூடிய கதிர்வீச்சின் அளவிற்கு (1000 ராண்ட்ஜென்) உள்படுத்தப்பட்ட மானிட உடலால் கிரகிக்கப்படும் ஆற்றல் இழப்பு எதுவும் இன்றி வெப்பமாகவோ, மின்சக்தியாகவோ மாற்றப்பட்டால், அதைக் கொண்டு என்ன செய்ய முடியும் என்று நாம் கணக்கிடுவோம். ஒரு கோப்பைத் தண்ணீரை வெப்பப்படுத்த அதை உபயோகித்தால், அது தண்ணீரின் வெப்பநிலையை ஒரே ஒரு டிகிரிசென்டிகிரேடுதான் உயர்த்தும். 25-வாட் பல்பு ஒன்றை எரிய வைக்க, அதை மின்சாரமாக மாற்றினால், அது அரை நிமிடத்திற்குத்தான் போதுமானதாக இருக்கும். முடிவாக உயிர்க் கிரியைகளைப் பராமரிப்பதற்கு இந்த ஆற்றல் (உயிரினங்கள் ஆற்றலை இடைவிடாது செலவிட்டுகொண்டிருக்கின்றன) பயன்படுத்தப்பட்டால், ஆறு வினாடிகளுக்கே போதுமானதாக இருக்கும்.

இது அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சுக்கு மட்டுமே பொருந்தும் என்பதை நாம் வலியுறுத்த வேண்டும். பிற வகை கதிர்வீச்சின் அதே அளவு முற்றிலும் தீங்கற்றதாக இருக்கும். ஒரு கடற்கரையில் சூரியக் குளிப்பு செய்யும் ஒருவருங்கூடக் கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்தப்படுகிறார். அவர் இரண்டு வினாடிகளுக்குள்ளாக 1000 ராண்ட்ஜென்களுக்குச் சமமான அளவை—ஆனால் ஒளி, வெப்பம் மற்றும் புற ஊதாக் கதிர்கள்

போன்ற பிற கதிர்வீச்சுகளின் வடிவில்—பெறுவார். ஆனால் மக்கள் சூரிய ஒளியில் மணிக்கணக்காகப் படுத்துக்கொண்டிருக்கிறார்கள்.

கதிர்வீச்சின் மரணம் விளைவிக்கக்கூடிய அளவு அதிக அளவுடைய ஆற்றல் அல்ல என்பதை இந்த எளிய கணக்குகள் தெளிவாக்குகின்றன. கதிர்வீச்சின் மரண விளைவிற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட காரணம் இருக்க வேண்டும். நமக்கு அதைப் பற்றி என்ன தெரியும்? அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சின் உயிரியல் விளைவு முன்னரே கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஆனால், அதன் செயல்முறையைக் கண்டறிய நீண்ட காலம் பிடித்தது. தொடக்கத்தில் இருந்தே கோட்பாடுகளுக்குப் பஞ்சமிருக்கவில்லை. ஆனால், அவையனைத்தும் தவறானவையாக இருந்தமையால், அவற்றை நாம் விட்டு விடுவோம். ஓரளவு சாத்தியமான ஒரு கோட்பாடு இருபதுகளின் தொடக்கத்தில் முன் வைக்கப்பட்டது. அதுவும் தவறானதாகத்தான் இருந்தது. ஆனால் அதில் அறிவார்ந்த ஓர் உட்கூறு இருந்தது. நவீன கண்ணோட்டங்களில் அது தக்க வைக்கப்பட்டுள்ளது.

அணுவீச்சின் இலக்குத் தொலை

பெரும்பான்மையான உயிரியலாளர்களுக்கும் டாக்டர்களுக்கும் பௌதிகத்தையும் கனிதத்தையும் பற்றிய போதுமான அறிவு இல்லை. ஐம்பது அல்லது அறுபது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நிலைமை இதைவிட மோசமாக இருந்தது. ஆனால், அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சு என்பது ஒரு பௌதிக அமிசமாகும். உயிரினத்தின்மேல் அதனுடைய விளைவைப் பௌதிக அறிவின்றிச் சரியாக விவாதிக்க முடியாது. பலர், பௌதிகத்தைப் புறக்கணித்து விட்டு அதைப் பற்றி ஒரு தத்துவார்த்த முடிவெடுக்க முயற்சித்துள்ளனர். அத்தகைய முயற்சியில் இருந்து ஒரு போதும் நன்மை பிறக்கவில்லை.

மருத்துவம், உயிரியல் மற்றும் பௌதிகம் இரண்டையும் அறிந்த ஒருவர் பிராங்பர்ட்-ஆன்-மையின் என்ற இடத்தில் வசித்து வந்தார். அவருடைய பெயர் பிரெட்ரிக் டெஸ்ஸார் என்பதாகும். அவர் மிகவும் சுறுசுறுப்பானவர். கதிர்வீச்சுக் கட்டிகளுக்காகச் செய்யப்பட்ட பல இரண சிகிச்சைகளின் தழும்புகள் அவரது முகத்திலும் கைகளிலும் காணப்

பட்ட போதிலும் அவர் தனது ஆராய்ச்சியையோ, செயல் முறைப் பணிகளையோ கைவிட்டு விடவில்லை. அவர் ராண்ட்ஜென் இயலில் ஒரு முன்னோடியாக இருந்தார். அவருடைய பெயர் ஹாம்பர்க் நினைவுச் சின்னத்தில் பொறிக்கப்பட்டுள்ளது.

டெஸ்ஸார் பௌதிகத்தில் சிறந்த தேர்ச்சி உடையவர். எக்ஸ்-கதிர்கள் ஒரு பொருளுக்கு ஆற்றலைத் தனித்தனியான மற்றும் ஓரளவு பெரிதான அயனீகரணக் கூறுகளாக அளிக்கின்றன என்பதை அவர் அறிந்திருந்தார்; மேலும், மரணம் விளைவிக்கும் அளவுள்ள கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்தப்பட்ட உயிரினங்களால் பெறப்படும் ஆற்றலின் அளவு கடுகளவானதே என்பதையும் அவர் உணர்ந்திருந்தார். பௌதிகத்தைப் பற்றி அறியாதிருந்தவர்களும் கணிதத்தை வெறுத்தவர்களும் அல்லது அதை முக்கியமானது என்று கருதாதவர்களுமான அவருடைய முன்னோடிகளுக்கு இது எதுவுமே தெரிந்திருக்கவில்லை.

ஆற்றல்கள் அனைத்தும் முடிவில் வெப்பமாக மாற்றப்படுகின்றன என்பதை ஒரு பௌதிகவியலாளர் என்ற முறையில் டெஸ்ஸார் அறிந்திருந்தார். மாற்றப்பட்ட கதிர்வீச்சு ஆற்றலின் சராசரி வெப்பநிலை பெரும் அளவானதாக இல்லாதிருந்த போதிலும் அது குறிப்பிட்ட புள்ளிகளில் மிகவும் உயர்ந்ததாக இருக்கலாம் என்று அவருக்குத் தோன்றியது. ஏனெனில், ஆற்றலைக் கதிர்வீச்சு குறிப்பிட்ட புள்ளிகளில் ஒருமுகப்படுத்தப்பட்ட பகுதிகளாக வெளியிடுகிறது. இந்தப் புள்ளிகளில் வெப்பநிலை தீவிரமாக உயர்கிறது. டெஸ்ஸார் புள்ளி வெப்பக் கோட்பாடு ஒன்றை உருவாக்கினார். அதன்படி கதிர்வீச்சு சில குறிப்பிட்ட புள்ளிகளை மிக உயர்ந்த வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்திப் புரதங்களை உருக்குலைக்கிறது. இது உயிரியல் சேதத்தில் சென்று முடிவடைகிறது.

நாம் ஏற்கெனவே கூறியது போல அவருடைய கோட்பாடு தவறானதாக இருந்தது. ஒரு புள்ளியை வெப்பப்படுத்தும் எளிதான விஷயம் அல்ல அது. புரதங்கள் உருக்குலைக்கப்படுவது குறிப்பிட்ட புள்ளிகளில் உண்மையிலேயே நடைபெற்றாலும் அது பெரும் சேதத்தை விளைவிக்காது. ஏனெனில், சேதமடைந்த மூலக்கூறுகளின் விகிதாச்சாரம்

மிகக் குறைவாக இருக்குமாதலால், கனிசமான உயிரியல் விளைவுகள் ஏற்படா; மேலும், அவருடைய பௌதிகக் கணக்கீடுகளும் முற்றிலும் சரியாக இருக்கவில்லை. ஏனெனில், அவர் ஆற்றல் விரவப்படும் வீதத்தைக் கணக்கிலெடுத்துக்கொள்ளவில்லை. அதனால் டெஸ்ஸாரின் வெப்பப் புள்ளிகள் கோட்பாடு இப்போது வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாக மட்டுமே உள்ளது.

என்றாலும், ஆற்றலினுடைய விநியோகத்தில் ஒழுங்கின்மைகளின் பங்கு பற்றிய அவருடைய கருத்து மிகுந்த பயனுடையதாக இருந்தது. கதிர்வீச்சின் உயிரியல் விளைவுகளை அதன் ஆற்றல் விநியோகப் புள்ளிகளைப் புறக்கணித்து விட்டு, சராசரிகளை மட்டுமே கொண்டு உண்மையில் விளக்க முடியாது. ஏனெனில், நமக்கு ஏற்கெனவே தெரிந்து போல அதனுடைய மொத்த ஆற்றல் கடுகளவானதே.

டெஸ்ஸாரின் கோட்பாடு கைவிடப்பட்டது. ஆனால், அது நமக்கு ''தாக்கல் தத்துவம்'' (Hit principle) என்ற ஒன்றை விட்டுச் சென்றுள்ளது. கதிர்வீச்சின் ஆற்றல், ஓரளவு பெரிய தனித்தனிப் பகுதிகளாக அல்லது ''தாக்கல்களாக'' ஒரு பொருளால் கிரகிக்கப்படுகிறது. வேறு வழியில் சொன்னால் சில நுண் புள்ளிகள் ஆற்றலின் பெரும்பகுதிகளைப் பெறுகின்றன; மற்றவை எதையுமே பெறாமல் இருக்கலாம். இந்தத் ''தாக்கல் தத்துவம்'' உயிரியல் பௌதிகவாதிகளால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு தோற்றமோ, கோட்பாடோ அல்ல. ஆனால், அது நன்கு நிறுவப்பட்டு விட்ட பௌதிக உண்மையாகும்.

ஆனால், ஆற்றலின் ஒழுங்கீனமான விநியோகம் எனும் விவரம் தானாகவே எதையும் விளக்கிவிடவில்லை. கதிர்வீச்சின் உயிரியல் விளைவுகளைப் புரிந்துகொள்ள மேலும் சில கருதுகோள்களைக் கைக்கொள்ள வேண்டியிருந்தது. புதுமை புனையும் ஆற்றல் மிகுந்த விஞ்ஞானிகள் அதைச் செய்வதில் தாமதம் காட்டவில்லை. அவர்கள் ''இலக்குக் கோட்பாட்டை'' முன் வைத்தார்கள். ஒரு தாக்குதல் இருக்கும்போது அதற்கு ஓர் இலக்கும் இருக்க வேண்டும். ஒரு மனிதன் ஒரு தோட்டாவால் தாக்கப்படும்போது அது அவனு

டைய சுண்டு விரலைத் தாக்குகிறதா—எடுத்துக்காட்டாக—அவனுடைய இதயத்தைத் தாக்குகிறதா என்பது பெரும் வேறுபாட்டை விளைவிக்கும். அது போலவே, செல்கள் கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்தப்படும்போது செல்லின் எந்தப் பகுதி கதிர்வீச்சு ஆற்றலால் தாக்கப்படுகிறது என்பது மிகுந்த முக்கியத்துவம் உடையதாக இருக்கும். செல்லில் எளிதில் பாதிக்கப்படக்கூடிய ''ஜீவாராடியான கேந்திரம்'' ஒன்று இருக்கிறது என்றும் அங்கு நடைபெறும் ''தாக்குதல்'' மரண அடியாக இருக்குமென்றும் கருதிக்கொள்ளப்பட்டது.

டெஸ்ஸார் தனது வெப்பப்புள்ளிகள் கோட்பாட்டை உருவாக்கிக்கொண்டிருந்தபோது அவர் பொதுவான வாதங்களோடு நிறுத்திக்கொள்ளாமல் அதற்கு ஒரு கணிதவியல் கோட்பாட்டைக் கொடுத்து நிலைநிறுத்த முயற்சித்தார். உயிரியல் விளைவுகளுக்கும் கதிர்வீச்சுக் கூறுகளுக்கும் இடையான உறவின் வரைகோடு ஒரு விநோதமான வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, அவை பெரும்பான்மையான நச்சுப் பொருள்களின் விளைவுகளுக்கான வரைபடங்களில் இருந்து வேறுபடுகின்றன.

அவர் தம்முடைய கோட்பாடு சரியாக இருக்குமானால், எதிர்பார்க்கப்பட வேண்டிய வரைபடங்களைக் கணக்கிட்டுக் கண்டுபிடிக்கும்படி தனது இளம் சக ஆராய்ச்சியாளர்களான பிளாவ் மற்றும் ஆல்டன்பர்கெர் ஆகியோருக்கு உத்தரவிட்டார். அவர்கள் அவருடைய கோட்பாட்டைக் கணித சூத்திரங்களின் மொழியிலே மொழி பெயர்த்து, அவற்றில் இருந்து தொடர்ந்த வரைகோடுகளை வரையைத் தொடங்கினார்கள். அது மிகவும் சுவை உள்ளதாக இருந்தது. அவை பரிசோதனைகளில் இருந்து பெறப்பட்ட வரைகோடுகளை முற்றிலும் ஒத்திருந்தன. அது ஒரு தற்செயல் ஒப்புமையாக இருக்க முடியாது.

ஆனால், அது எவ்வாறு அப்படி இருக்கு முடியும்? அந்தக் கோட்பாடு தவறானது என்பதை நாம் அறிவோம். ஏன் அத்தகைய நெருங்கிய இணக்கம் இருந்தது? உயிர்வாழ் நிகழ்வுகளை விளக்க கணிதத்தைப் பயன்படுத்துவது ஒரு வேளை தவறானதோ?

இல்லவே இல்லை. பிளாவ் மற்றும் ஆல்டன்பர்கெரின் சூத்திரங்கள் வெப்பத்துடனோ, புரத மூலக்கூறுகளுடனோ

எத்தகைய தொடர்பும் கொண்டிருக்கவில்லை. அவர்கள் அயனீகரணத்தின் விநியோகத்திற்கும் உயிரியல் விளைவு களுக்கும் இடையே ஒரு தொடர்பை நிலைநாட்டியுள்ளார் கள். டெஸ்ஸாரினுடைய கோட்பாட்டின் அந்தப் பகுதி சரியானது என்பதோடு அது நமது ''நேரடித் தாக்கல்'' தத்துவமாகவும் மாறியது. அதைவிடப் பழைய சூத்திரங் களும் பயன்படுத்தப்பட்டன. அவையும் சுவை மிக்கவையாக இருப்பதோடு, பரிசோதனைகள் மூலம் அடையப்பட்ட வரைகோட்டின் மூலம் ''இலக்கின் அளவையும்'' ''தாக் கல்களின் எண்ணிக்கையும்'' கணக்கிடவும் உதவுகின்றன.

அது மிகவும் கவர்ச்சிகரமான கருத்தாக இருந்தது. சில விஞ்ஞானிகள் கணக்கிடுவதையே தங்கள் முதன்மையான பணியாகக் கொண்டவர்கள். ஒரு பொருளை—விலங்கு, தாவரம் அல்லது நுண்ணுயிர்—பல்வேறு அளவு கதிர் இயக் கத்திற்கு உட்படுத்திய பின்பு அவர்கள் வரைகோடுகளை வரைந்தார்கள். அவற்றைப் பகுத்து ஆய்ந்த பின்பு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுடைய இலக்கில் ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரி யல் மறுவினையை ஊக்குவிக்க எத்தனை தாக்குதல்கள் தேவைப்படுகின்றன என்பதைப் பற்றி அனுமானங்கள் கூறி னர். அவர்களுடைய முடிவுகள் அப்பாவித் தனமானவையாக இருந்தன. எடுத்துக்காட்டாக, அந்தக் காலத்தில் வெளி யிடப்பட்ட ஒரு கட்டுரை, மொச்சை முளைகளைக் கொல் வதற்கு, அதாவது அவற்றின் வளர்ச்சியைத் தடுப்பதற்குப் பத்தில் ஒன்பது தாக்குதல்கள் வெற்றி அடைய வேண்டுமென் பது கூறியது. ஆனால், நாம் ஏற்கெனவே அறிந்திருப்பது போல, ஒரு வேரில் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியான செல்கள் ஏராளமாக உள்ளன. ஒரு வேரைக் கொல்ல, அதனுடைய செல்களில் ஏராளமானவை அழிக்கப்பட வேண்டும். ஒரு வேரில் விசேடமான ஒரு நுண் இலக்கு, ஜீவநாடியான கேந் திரம் இருக்குமென்றும் அதற்குச் சேதம் ஏற்பட்டால் செல் கள் அனைத்தினுடைய செல் பகுப்பும் தடுக்கப்படும் என் றும் கருதுவதும் சந்தேகத்திற்கு உரியது.

வெவ்வேறு விஞ்ஞானிகள் இந்தக் கணித விவரங்களை வெவ்வேறு வகைகளில் கையாண்டார்கள். சிலர், அவை வெறும் உருவ பூர்வமான முக்கியத்துவத்தையே கொண் டிருக்கின்றன என்று சரியானவே கருதிக்கொண்டு வரை

கோடுகளை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதற்கு உதவியாக அவற்றின் வடிவங்களைச் சுருக்கமாக விளக்கவே அந்த விவரங்களைப் பயன்படுத்தினார்கள். ஆனால், சிலர் அதற்கு மேலும் சென்றனர். அவர்கள், உருவளவான கணக்கீடுகள் இலக்குக் கோட்பாட்டின் கண்ணோட்டத்தில் மிகுந்த விவரங்களைக் கொடுக்கின்றன என்று வலியுறுத்தினார்கள். இந்தக் கருத்து பிரெஞ்சுப் பௌதிகவியலாளர் ஹோல்வெக்கால் குறிப்பிடத்தக்க ஆர்வத்துடன் ஆதரிக்கப்பட்டது. உயிருள்ள செல்களை ஆராய்வதற்கு நம் வசமுள்ள சாதனங்கள் வரம்புடையவையாக இன்னும் இருக்கின்றன என்று அவர் கூறினார். அவற்றின் பகுதிகளில் சில, மிகவும் சிறியவையாக இருப்பதால், அவற்றை எந்த மைக்ரோஸ்கோப்பைக் கொண்டும் பார்க்க முடிவதில்லை. (எலெக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்புகள் அப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கவில்லை) ஆனால் இலக்குக் கோட்பாடு நமக்கு உதவக் கூடும். அதன் உதவியைக் கொண்டு, நாம் ஜீவநாடியான முக்கியத்துவமுடைய செல் அமைப்புகளின் அளவைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். இலக்குக் கோட்பாடு உயிருள்ள பொருள்களை ஆராய்வதற்கு மிகவும் நேர்த்தியான மற்றும் துல்லியமான செயல் முறையாகும். இயற்கையை அதனுடைய மாபெரும் இரகசியங்களை வெளிக் காட்டும்படி நிர்ப்பந்திக்கும் ஆற்றல் மிக்க புள்ளி விவர மைக்ரோஸ்கோப் ஆகும்.

தனது பேனாவின் ஒரே அசைவின் மூலம் புதிய கோளம் ஒன்றைக் கண்டுபிடித்த லெவெர்ரியெரின் சாதனையைத் தனது துறையிலே மீண்டும் செய்வது தத்துவார்த்த விஞ்ஞானிகள் ஒவ்வொருவருடைய கனவாகவும் இருந்து வந்துள்ளது. லெவெர்ரியெர் யூரனஸ் கோளத்தின் சுழல் பாதையைக் கணித்துக்கொண்டிருந்த போது அப்போது நமக்குத் தெரியாதிருந்த நெப்ட்யூன் கோளம் கண்டுபிடிக்கப்படப் போவதை முன் கூட்டியே கூறினார். வானில் இந்தக் குறிப்பிட்ட இடத்தைப் பாருங்கள் என்று அவர் வான்வெளி இயலாளர்களிடம் கூறினார். அவர்கள் பார்த்துக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

அதுவே ஹோல்வெக்கின் கனவாகவும் இருந்தது. அதுவரை தெரிந்திராத மற்றும் ஜீவநாடியான முக்கியத்துவமுடைய உயிரியல் அமைப்புகளின் கண்டுபிடிப்பைப் புள்ளி

விவரப் பகுப்பாய்வின் மூலம் முன்கூட்டியே கூற அவர் விரும்பினார். உயிரியலாளர்களும் ''பார்த்துக் கண்டுபிடிக்கப்படும்''. எனவே, அவர் கணக்கீடுகளைச் செய்தார். உயிரியலாளர்கள் பார்த்தார்கள். ஆனால் எதையும் காணவில்லை. ஹோல்வெக் மற்றும் அவரைப் பின்பற்றியவர்களின் கணக்கீடுகள், அபூர்வமாகச் சில சந்தர்ப்பங்களில் உண்மை அமைப்புகளை ஏறத்தாழ ஒத்திருந்தன. ஆனால் பொதுவாக அவை அவற்றுடன் எந்தத் தொடர்பையும் கொண்டிக்கவில்லை. இது அவருடைய கோட்பாட்டின் குறைபாட்டையும் தவறான பிரயோகத்தையும் சுட்டிக் காட்டிய போதிலும் ஹோல்வெக், கணிதத்தால் தவறு செய்ய முடியாது என்று ஆர்வமுடன் கூறுவார். உண்மை விவரங்கள் அவருடைய கணக்கீடுகளுடன் ஒத்துப்போகவில்லை என்றால், நட்டம் விவரங்களுக்கே.

கணிதம் ஒரு துல்லியமான விஞ்ஞானம் என்பது உண்மையே. மற்றும் புள்ளி விவர இயல் கணிதத்தின் ஒரு துறையாகும். ஆனால், குறிப்பிடத்தக்க ஒரு புள்ளி விவர இயலாளர் ஒரு முறை புள்ளி விவர இயலை ஒரு மாவரைக்கும் எந்திரத்திற்கு ஒப்பிட்டார். தானியம் நல்லதாக இருந்தால், எந்திரம் நல்ல மாவைக் கொடுக்கும். தானியம் மோசமானதாக இருந்தால், மாவும் மோசமானதாகத்தான் இருக்கும். தானியத்திற்குப் பதிலாக உமியைப் பயன்படுத்தினால், ஓர் எந்திரம் எவ்வளவு சிறந்ததாக இருந்தாலும் அதை மாவாக மாற்றாது.

ஆனால், நாம் கதிரியக்க உயிரியலின் பெரும்புதிர் மற்றும் கடுகளவு ஆற்றல் ஒரு மாபெரும் உயிரியல் விளைவை உண்டாக்கும் பரபரப்பான நிகழ்ச்சி இவற்றின் கதையைத் தொடர்ந்து கூறுவோம். இந்தப் புதிரை விடுவிப்பதில் விஞ்ஞானிகள் பெருங்காலத்தைச் செலவிட்டார்கள். கதிரியக்க உயிரியல் பற்றிய விரிவான பிரசுரங்களில் சாதுரியமான பல தேற்றங்கள் முன் வைக்கப்பட்டன. இன்னும் அவை தொடர்ந்து தோன்றிக்கொண்டிருக்கின்றன.

ஆனால், மரபியலுடன் பரிச்சயமுடைய கதிரியக்க உயிரியலாளர் ஒருவருக்கு இப்பிரச்சினை அவ்வளவு புதிரானதாக தோன்றவில்லை. கதிர்வீச்சின் அளவு எவ்வளவு மிதமானதாக இருந்த போதிலும் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்

பட்ட செல்லில் தோன்றும் சடுதி மாற்றங்களில் பெரும் பான்மையானவை செல்லின் இறப்பில் முடிவடையும் சாவு ஊக்கிகளாக உள்ளன என்பது 1928இல் ஏற்கெனவே தெரிந் திருந்தது. டெஸ்ஸார் அவரது கோட்பாட்டைக் கொண்டு ஆராய்ச்சிகளைச் செய்துகொண்டிருந்தபோது கதிர்வீச்சின் மரபியல் விளைவுகள் இன்னும் தெரியாமலிருந்தன என் பதை நாம் அவருக்கு ஆதரவான விவரமாக நினைவுபடுத் திக்கொள்ள வேண்டும். அதற்கு மாறாக, ஹோல்வெக் ''புள்ளி விவர அதீத மைக்ரோஸ்கோப்'' என்ற தன்னுடைய கருத்தைப் பறைசாற்றிக்கொண்டிருந்தபோது கதிர்வீச்சு மரபியல் ஏற்கெனவே நன்கு வளர்ச்சியுற்ற ஒரு விஞ்ஞானம் ஆகி விட்டிருந்தது.

அதிலிருந்து ''நேரடித் தாக்குதல்'' தத்துவம் எனும் அடிப்படைக் கருத்தை எடுத்துக்கொண்டு கற்பனையுடன் எத்தொடர்பும் அற்ற ஒரு கோட்பாட்டை நோக்கி ஒரு காலடிதான் எடுத்து வைக்க வேண்டியிருந்தது.

கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட திசுக்களில் கதிர்வீச்சு ஆற்றல் சமமற்று விநியோகிக்கப்பட்டு, வெப்ப மையங்கள் என்று விவரிக்கப்படக்கூடிய மையங்களைத் தோற்றுவிக் கிறது என்ற விவரத்தில் இருந்து ''நேரடித் தாக்குதல்'' தத் துவம் தோன்றுகிறது. அதனால் ஏற்படலாம் என்று கருதப் படக்கூடிய விளைவுகள், எந்தக் குறிப்பிட்ட புள்ளி தாக்கப் படுகிறது என்பதைச் சார்ந்துள்ளது. ஒரு நீர் மூலக்கூறு அல் லது செல் திரவத்தில் கரைந்துள்ள ஓர் உப்பு ஆகியவை சேதப்படுத்தப்பட்டால் அதனால் எந்த விளைவும் இருக் காது. ஒரு புரத மூலக்கூறு அல்லது ஜீவநாடியான ஒரு பணி யைச் செய்யும் ஒரு நொதி ஆகியவற்றிற்கு ஏற்படும் சேத மும் நாசகார விளைவுகளைக் கொண்டிருக்காது. புரதம் மிகவும் முக்கியமானதாக இருந்த போதிலும் செல்லில் ஒரு பணியைச் செய்யும் ஒரு மாதிரியான மூலக்கூறுகள் பல உள்ளன. 1000 மூலக்கூறுகளில் 999 மட்டுமே இருக்குமா னால், செல் அதனால் பாதிக்கப்படாது. புரத அழிவு அதன் செயல்களைப் பாதிக்க வேண்டுமானால், இந்த ஒரே மாதி ரியான மூலக்கூறுகளில் பெரும்பான்மையானவை அழிக்கப் பட வேண்டும். எதற்குப் பிரம்மாண்டமான அளவு கதிர் வீச்சு தேவைப்படும். ஆனால் உயிரியல் பரிசோதனைகளில்

பயன்படுத்தப்படும் அளவுகளைக் கொண்டு அதை அடை வது சாத்தியமல்ல.

செல்களில் ஜீன்களுக்குள்ள விசேடமான பங்கிற்கு அவை மற்றப் பொருள்களைக்காட்டிலும் முக்கியமானவையாக இருக்கின்றன என்பதைவிட அவற்றினுடைய தனிப்பட்ட பண்பே காரணமாக உள்ளது. பிற பல பொருள்கள் இன் றியும் செல்லால் வாழ முடியாது. குரோமோசோம் தொகுதி யில் ஒவ்வொரு ஜீனிலும் ஒன்றே ஒன்றுதான் உள்ளது. அது அழிக்கப்பட்டாலோ மாற்றப்பட்டாலோ அதற்குப் பதிலாக எதுவுமில்லை. அங்க செல்களில் பெரும்பான்மையானவை இரட்டை மடங்கு குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கின் றன என்பது உண்மையே. எனவே, செல்களில் ஒவ்வொரு வகை ஜீனிலும் இரண்டு உள்ளன. ஆனால், இரு அமைப் புகளில் ஒன்று அழிக்கப்படுவது என்பது தீவிரமான பிரச்சி னையாகும். நூறுகால் புழு ஒன்று ஒரு காலை இழந்த போதி லும் அதே அளவு விரைவுடன் ஓடுகிறது. ஆனால் பறக்கும் கழுகின் ஓர் இறக்கையை நீங்கள் சுட்டால், அது உடனடி யாகப் பூமியில் விழுந்து விடும். எனவே, ஜீன் ஒன்றைத் தாக் குவதுதான் சிறிய மாற்றங்கூட செல்லின் மரணத்தை விளை விக்கக்கூடிய ஒரே நிகழ்ச்சியாக இருக்கும். பல மில்லியன் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனை முதல் முயற்சியிலேயே தாக்குவது அதிர்ஷ்டத்தைப் பொருத்தது என்ற ஆட்சேபனை கூறப்படலாம். அது திட்ட வட்டமாகத் தாக்கப்படுவதை உறுதி செய்ய ஏராளமான ''தாக்குதல் களை''ச் செய்ய வேண்டும். அதாவது மிகப் பெரிய அள வான கதிர்வீச்சுகள் தேவைப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனை மாற்றுவது என்பதைப் பொறுத்து இவை அனைத்தும் முற்றிலும் உண்மையே. ஆனால், அது அல்ல விஷயம். செல் பாதிக்கப்பட வேண்டுமானால், ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீன் தாக் கப்பட வேண்டுமென்ற தேவையில்லை. ஏனெனில் எந்த ஒரு ஜீனும் இதற்குப் போதும். செல்லில் ஏராளமான ஜீன் கள் உள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனைத் தாக்குவதற்கான மிகக் குறைந்த வாய்ப்பு, ஒரு செல்லிலுள்ள ஜீன்களின் எண் ணிக்கையால் பெருக்கப்படும்போது செல், மரபியல் மரணம் அடைவதற்கான நிகழ் தகவு மிகவும் உயர்ந்து விடுகிறது.

கதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட செல்களின் மரணத்

திற்கு முதன்மையான காரணம் அவற்றுள் ஏற்படும் சடுதி மாற்றங்களே என்ற தேற்றத்தை நாம் இப்போது முன் வைக்கலாம். ஆனால் ஒரு தேற்றம் ஒரு கோட்பாடு ஆவதற்கு, அது துல்லியமான பரிசோதனைகளைக் கொண்டு சரி பார்க்கப்பட வேண்டும், உண்மை விவரங்களால் ஆதரிக்கப்பட வேண்டும்.

நமது தேற்றம் மிகவும் எளியது போன்று காணப்படுகிறது. ஆனால் அதன் எளிமை போலியானது. ஏனெனில், இந்தப் பிரச்சினை இப்போது விடுவிக்கப்பட்டு விட்டது; விடை தெரிந்து விட்டது. ஆனால் முப்பதுகளில் அளவு பூர்வமான கதிர்வீச்சு மரபியல் அதன் குழந்தைப் பருவத்தில் இருந்த போது, இன்று நமக்குத் தெளிவாக உள்ளவற்றில் பல வெறும் வேஷங்களாகவே இருந்தன. நாட்ஸன் மற்றும் பிலிப்போவ், முல்லெர், மற்றும் ஸ்டாட்லெர் ஆகியோரின் முன்னோடியான ஆராய்ச்சிகளுக்கு—கதிர்வீச்சினால் சடுதி மாற்றங்கள் தூண்டப்படுகின்றன என்று இவை நிலை நாட்டின—பின்பு இப்புதிய நிகழ்வின் அளவு பூர்வமான அமிசங்களைப் பற்றி ஆராய்வது நிகழ்ச்சி நிரலில் இடம் பெற்றது.

இது உயிரியலாளர்களுக்கு எளிதான பணியாக இருக்கவில்லை என்பதை வலியுறுத்த வேண்டும். ஒரு பக்கத்தில் மிகவும் நேர்த்தியானதும் துல்லியமானதுமான இந்தப் பரிசோதனைகளுக்குப் பரிசோதனை பௌதிகத்தில் சிறந்த திறமை தேவைப்பட்டது. மற்றொரு பக்கத்தில் முடிவுகளைக் கையாள்வதற்கும் அவற்றின் தத்துவார்த்த மதிப்பீட்டிற்கும் தத்துவார்த்தை பௌதிகத்திலும் கணிதத்திலும் சிறந்த அறிவு தேவைப்பட்டது. இது பொதுவாக உயிரியலாளர்களிடம் போதுமான அளவில் இல்லை. இன்று பல் பல்கலைக் கழகங்கள் உயிரியல் பௌதிகவாதிகளை அதாவது உயிரியல் மற்றும் பௌதிகம் இரண்டையும் அறிந்த நிபுணர்களைப் பயிற்றுவித்து வருகின்றன. ஆனால், முப்பதுகளில் அவர்களை எவரும் எங்கேயும் பயிற்றுவதற்கு வரவில்லை. எனவே, உயிரியலாளர்கள் பௌதிகவாதிகளுடன் இணைந்து உழைத்த போது அளவு பூர்வமான கதிர்வீச்சு மரபியலின் பிரச்சினைகளைக் கையாள்வதில் வெற்றி கிடைத்தது.

கதிர்வீச்சு மரபியலின் பிறப்பு கடினமானதாக இருந்தது. அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சின் மரபியல் விளைவு என்ற உண்மையை நிலைநாட்டுவதுகூட அவ்வளவு எளிதாக இருக்கவில்லை.

முல்லெரும் ஸ்டாட்லெரும் தங்கள் கண்டுபிடிப்புகளை *1927, 1928*லும் நாட்ஸனும் பிலிப்போவும் *1925*லும் அறிவித்தார்கள். ஆனால் ஏற்கெனவே *1920*இல் நாட்ஸன், ''ரேடியத்திலிருந்து பெறப்பட்ட ஒரு தூண்டல் செல்லினால் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் மூலம் மாற்றப்பட முடியும்'' என்று எழுதியிருந்தார். பேரவையாளர் நிகோலாய் கோல்த்ஸேவ் எக்ஸ்-கதிர்கள் மூலம் டிரோஸோபைலாவில் சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டும்படி தனது இளம் உதவியாளர் திமித்ரி ரோமஷோவைப் பணித்தார்—அதாவது பத்து ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் முல்லெர் எதைச் செய்தாரோ அதைச் செய்யும்படி பணித்தார்.

கூறப்பட்ட பிரச்சினைகளை ரோமஷோம் தொடங்கினார், ஆனால் விரைவில் அவற்றைக் கைவிட்டு விட்டார். கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட ஈக்களின் சந்ததிகளில் கோல்த்ஸேவ் எதிர்பார்த்தபடி சடுதி மாற்றமடைந்த வகைகள் தோன்றின. ஆனால், அவை கதிர்வீச்சினால்தான் உண்மையில் தோற்றுவிக்கப்பட்டன என்பது நிச்சயமற்று இருந்தது. அவை மிகவும் குறைவாக இருந்தன. மற்றும் எத்தகைய வெளிப்புறப் பாதிப்புமின்றியே சடுதி மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன என்பதும் தெரிந்திருந்தது. மேலும் அந்த வகையில் சடுதி மாற்றங்கள் மறைமுகமான வடிவில் நீண்டகாலமாக இருந்து வந்து, இப்போது ஆய்வுக்கூடக் கலப்பினங்களில் வெளிப்பாடு அடைந்திருக்கலாம். பெறப்பட்ட முடிவுகள் நிச்சயமற்றவையாக இருந்தன.

கிரகார் மெண்டல் பட்டாணிகளுடன் தனது புகழ் மிக்க பரிசோதனைகளைத் தொடங்கியபோது அவர் முதலில் தான் ஆராய்ச்சி செய்யத் திட்டமிட்டிருந்த வகைகளின் தூய்மையைச் சரிபார்த்தார். தங்களது கதிர்வீச்சுப் பரிசோதனைகளைக் கைவிட்டு விட்ட மாஸ்கோ மரபியலாளர்களும் டிரோஸோபைலாவின் மரபியலை ஆராய்வதில் ஈடு

பட்டனர். அவர்களது பரிசோதனைகள், மார்கன் குழுவி னுடைய பரிசோதனைகளின் வெறும் மறுதிருப்பமாக இருக் கவில்லை. அமெரிக்கர்கள் ஆராய்ச்சி செய்த சிற்றினத்தின் விஞ்ஞானப் பெயர் டிரோஸோபைலா மெலெனோகாஸ்டர் (Melanogaster) ஆகும். அது மாஸ்கோவின் சுற்றுப் புறத் தில் காணப்படுவதில்லை. ஆனால், அதைவிடக் கரியதும் பெரியதுமான வேறொரு சிற்றினம் டிரோஸோபைலாப்யூ னெப்ரிஸ் (Funebris) ஏராளமாக உள்ளது.

இந்த இரு சிற்றினங்களும் ஓரளவு நெருக்கமான உறவு டையதாக இருந்த போதிலும் அவற்றின் மரபுத் தன்மையில் சில அடிப்படை வேறுபாடுகள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, கரிய மாஸ்கோ சிற்றினத்தின் பல ஜீன்கள் குறைவான வெளிப்பாட்டையும் ஊடுருவலையும் கொண்டுள்ளன என் றும் அதில் பல பாதிப்புத் தன்மை அதிகமாகவே காணப் படுகிறது என்றும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

சாபத்திற்குரிய துறைச்சொற்களில் இவையும் சில. ஆனால் பயப்படாதீர்கள். டிரோஸோபைலா ப்யூனெப்ரி ஸில் பல ஜீன்களின் விளைவு பல முழுமையாக வெளிக்காட் டப்படவில்லை. மற்றும் பல சந்தர்ப்பங்களில் பலவீனமாக உள்ளது என்பதும் சில ஜீன்கள் ஒரே சமயத்தில் பல பண் புகளைப் பாதிக்கின்றன என்பதுமே அவற்றின் பொருள். இது டிரோஸோபைலா ப்யூனெப்ரிஸை ஜீன்களின் நடவ டிக்கை பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கு மிகச் சாதகமான ஆராய்ச் சிப் பொருளாக ஆக்குகிறது. ஆனால் சடுதி மாற்றங்கள் பற் றிய அளவு ரீதியான பரிசோதனைகளுக்குத் தகுந்ததாக அல்ல.

ஆயினும், சடுதி மாற்றங்கள் பற்றிய பரிசோதனைகள் செய்வதற்கு டிரோஸோபைலா மெலெனோகாஸ்டர் எல்லா வகைகளிலும் தகுதி வாய்ந்ததாக இருந்தது. ஆனால், அதைக் கொண்டு ஆராய்வது எளிதல்ல. ஒரு தூய இழை யைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தி அதன் சந்ததிகளைப் பரி சீலனை செய்வது மட்டும் போதாது. ஏனெனில், ''அடங்கு அல்லீல் ஹோமோஸைகோட் நிலையில் இருந் தால்தான் மரபு வகை புறத் தோற்ற வகையில் வெளிப் படும்''. சடுதி மாற்றங்களில் பெரும்பான்மையானவை அடங்கு தன்மை உடையவை. ஆதலால் முதல் கலப்பினச்

சந்ததியில் வெளிப்படுவதில்லை. ஈக்களை வளர்ப்பதோடு பரிசோதனைகளை நிறுத்திக்கொண்டால், அவை இரண்டாவது மற்றும் மூன்றாவது சந்ததிகளும் வெளிப்படாது போகலாம்.

சடுதி மாற்றங்களை எளிதாகவும் துல்லியமாகவும் கண்டுபிடிக்கும் வகையில் விசேடமான டிரோஸோபைலா தொகுதிகளை உருவாக்க வேண்டி இருந்தது. முல்லெரும் கதிர் வீச்சு மரபியலின் பிற முன்னோடிகளும் அத்தகைய தொகுதிகளுடன் ஆராய்ச்சி செய்தார்கள்.

சி.எல். பி (CLB) என்பது பெரும்பங்கு ஆற்றியது. இதன் மூலம் பாலினம் இணைந்த (பாலினக் குரோமோசோம்களில் இருப்பவை) அடங்கு சடுதி மாற்றங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பரிசோதனை முறை மிகவும் எளிதானது. கதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட ஆண்கள் சி.எல்.பி. பெண் ஈக்களுடன் இனச் சேர்க்கை செய்யப்பட்டு இரண்டாவது சந்ததி பரிசீலனை செய்யப்படுகிறது.

பாலினக் குரோமோசோமில் சடுதி மாற்றம் நடைபெற்றால், அதற்கு இயைந்த பண்பு இரண்டாவது சந்ததியின் ஆண் ஈக்கள் அனைத்திலும் காணப்படும். சடுதி மாற்றம் நடைபெற்றிருக்கிறதா அல்லது அது சுவீகரிக்கப்பட முடியாத தற்செயல் விகாரமா என்பதைப் பற்றி அப்போது ஐயம் இருக்காது. ஒரு சடுதி மாற்றம் மரணம் விளைவிப்பதாக (கருக்களின் மரணத்திற்குக் காரணமாகிறது) இருந்தால்—பெரும்பான்மையான சந்தர்ப்பங்களில் இது நிகழ்கிறது—இரண்டாவது சந்ததியில் ஆண் ஈக்களே இருக்காது. இந்த முறையைப் பயன்படுத்த ஒருவர் அநுபவம் மிக்க டிரோஸோபைலா மரபியலாளராகக்கூட இருக்க வேண்டியதில்லை.

சடுதி மாற்றங்களின் வகைகள் அனைத்தையும் மூன்று பெரும் தொகுதிகளாக வகைப்படுத்தலாம். நாம் இப்போது விவாதித்தவை ஜீன்களின் மாற்றங்களுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. எனவே, ஜீன் சார்ந்தவை என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய சடுதி மாற்ற உயிரினங்களின் குரோமோசோம்களை மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் பார்க்கும்போது எந்த மாறுதலும் தெரிவதில்லை, அவற்றிற்கு

அடிப்படையாக உள்ள மூலக்கூறு மாற்றங்கள் மிகவும் நேர்த்தியானவை.

எனினும், குரோமோசோமில் தெளிவாகப் புலனாகின்ற மாற்றங்களைக் கொண்ட சடுதி மாற்றங்களும் தோன்ற லாம். (குறிப்பாகக் கதிர்வீச்சின் விளைவாக இது அடிக்கடி நடைபெறுகிறது). எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு குரோமோ சோம் இரண்டு பகுதிகளாக அடையலாம் அல்லது ஒரு குரோ மோசோமின் ''தலையையும்'' மற்றொன்றின் ''வாலையும்' கொண்ட நுண் ''ஸென்டார்'' (Centaur) ஒன்று தோன்ற லாம். இத்தகைய சடுதி மாற்றங்கள் குரோமோசோம் சார்ந் தவை எனப்படுகின்றன.

முடிவாக, எல்லா குரோமோசோம்களும் வழக்கம் போல இருக்கலாம். ஆனால், எண்ணிக்கை மாற்றப்படுகி றது. ஒரு குரோமோசோம் அதிகமாக உள்ளது அல்லது ஒன்று காணப்படுவதில்லை. அல்லது குரோமோசோம்கள் அனைத்தின் எண்ணிக்கையும் இரட்டிப்பு அடைகிறது. அத் தகைய சடுதி மாற்றங்கள் ஜீனோம் சார்ந்தவை எனப்படு கின்றன. கதிர்வீச்சின்போது ஜீன் சார்ந்த மற்றும் குரோ மோசோம் சார்ந்த சடுதி மாற்றங்களின் எண்ணிக்கை உயர் கிறது. ஆனால் ஜீனோம் சார்ந்தவை குறைவாகவே உள் ளன.

மரபியலாளர்களின் முன்னே ஏராளமான பிரச்சினை கள் இருந்தன. கதிர்வீச்சின் அளவு, காலத்தில் அதன் விநி யோகம், கதிர்வீச்சின் வகை, வெப்பநிலை, இவற்றோடு இணைந்த இரசாயன பாதிப்புள்ள இவற்றைச் சடுதி மாற் றங்களின் எண்ணிக்கை எவ்வாறு சார்ந்துள்ளது என்பதை அவர்கள் கண்டுபிடிக்க வேண்டியிருந்தது. ஒரு குறிப்பிட்ட சிற்றினத்திற்கு மட்டுமே பொருத்துகின்ற அமிசங்கள் அன் றிப் பொது விதிகளே கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதை உறுதி செய்துகொள்ள ஏராளமான விலங்குகள், மற்றும் தாவரங்கள் இவற்றைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்ய வேண்டி இருந்தது. இருபதுகளில் கடைசிக் காலத்தில் இருந்து 'ஜர்னல் ஆப் பையாலாஜி' என்ற சோவியத் சஞ் சிகையில் அநேகமாக ஒவ்வோர் இதழிலும் கதிர்வீச்சு மர பியல் பற்றிய கட்டுரைகள் வெளியிடப்பட்டன. அது போன்றே 'ஜெனிடிக்ஸ்' என்ற அமெரிக்கச் சஞ்சிகை,'Zeits-

chrift für Vehrerbungslehre' என்ற ஜெர்மன் சஞ்சிகை, 'ஜர்னல் ஆப் ஜெனிடிக்ஸ்' என்ற பிரிட்டிஷ் சஞ்சிகை ஆகிய வற்றிலும் வெளியிடப்பட்டன.

தனிப்பட்ட ஆராய்ச்சிகளை விவரிப்பதோ கதிர்வீச்சுப் பரிணாம இயலின் வளர்ச்சிக்கு உதவிய விஞ்ஞானிகளின் பெயர் பட்டியலைக் கொடுப்பதோ தேவையில்லை, சாத்தியமும் இல்லை. நாற்பதுகளின் தொடக்கத்தை ஒட்டி அவர்கள் அடைந்த முதன்மையான முடிவுகளை மட்டும் கூறுவோம்.

ஏன் அந்தக் குறிப்பிட்ட காலத்தில்? மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின்மீது கதிர்வீச்சின் விளைவுகள் பற்றிய பிரச்சினைகள் அனைத்தும் அக்காலத்தில் தெளிவாக்கப்பட்டு விட்டனவா? கதிர்வீச்சு மரபியலின் பிரச்சினைகள் இன்று கூட விஞ்ஞானிகளால் ஆராயப்பட்டு வருகின்றன. செய்யப்படும் ஒவ்வோர் ஆராய்ச்சியும் ஒரு பிரச்சினைக்கு விடை அளிக்கும் அதே சமயத்தில் பல புதிய பிரச்சினைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அந்த ஆராய்ச்சி பற்றிய விவாதம் நம்மை வெகு தொலைவு இட்டுச் செல்லும். பொதுவான மற்றும் குறிப்பிட்ட முடிவுகளை எடுப்பது முதன்முதலாக நாற்பதுகளின் தொடக்கத்தில்தான் சாத்தியமாயிற்று.

டிரோஸோபைலாவிலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகள் பொதுவான முக்கியத்துவம் உடையனவா என்பதைச் சரி பார்க்கப் பல விஞ்ஞானிகள், பிற விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்களுடன் பரிசோதனை செய்தார்கள். எல்லாப் பரிசோதனைகளும் நாம் எதிர்பார்க்கக்கூடிய வகையில் "ஒரு விதி என்பது விதிதான்" என்ற பழமொழியை உறுதி செய்தன. பல சிற்றினங்கள் கதிர்வீச்சுக்கான தங்களது மறுவினையில் சில அசேட அமிசங்களைக் காட்டின. ஆனால், கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள மிகப் பொதுவான விதிகள் உயிருலகம் அனைத்திற்கும் பொருந்தும்.

ஜீன் சார்ந்த சடுதி மாற்றங்களிலிருந்து நாம் தொடங்குவோம்.

எண்ணிக்கையில் அவை, கதிர்வீச்சின் அளவிற்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளன. நாம் கதிர்வீச்சின் அளவை இரட்டித்

தால், அது சடுதி மாற்றங்களின் எண்ணிக்கையை இரட்டிக்கிறது. சரி எதனால் என்று சாதாரண மக்கள் கேட்கலாம். ஆனால், இந்த முடிவு தத்துவர்த்தம் மற்றும் நடைமுறைக்கும் மரபியலோடு நேரடியாகத் தொடர்பு கொண்டிராத சில பிரச்சினைகளை விடுவிப்பதற்கும் மிகவும் முக்கியமானதாகும்.

அயனீகரணிக்கும் துகளில் ஒன்று ஒரு செல்லின் மூலம் செல்வதே ஒரு சடுதி மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கப் போதுமானது என்பது இந்த நேர்க் கோட்டு உறவில் இருந்து தொடர்கிறது. அது சடுதி மாற்றங்களின் செயல் முறையைத் தெரிந்துகொள்ள முக்கியமானதாகும். இந்த வகையான உறவு கொடுக்கப்படும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கதிர்வீச்சால் ஏற்படக்கூடிய விளைவிளைக் கணக்கிடுவது எளிதாகும். பாதுகாப்பு விதிகளை உருவாக்க அது மிகவும் முக்கியமானதாகும். மரபியல் விளைவுகளுடன் ‘‘தூண்டும் அளவு’’ என்பது ஒன்றில்லை என்பது அதிலிருந்து முடிவாகத் தொடர்கிறது. முற்றிலும் தீங்கற்ற அளவுகள் என்பது எதுவுமே இல்லை. அணுப் பரிசோதனைகளை முற்றிலுமாகத் தடை செய்வதற்கு ஆதரவான வாதங்களில் அது ஒன்றாகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கதிர்வீச்சால் ஊக்குவிக்கப்படும் சடுதி மாற்றங்களின் எண்ணிக்கை, காலத்தில் அது விநியோகிக்கப்பட்டிருக்கும் முறையைச் சார்ந்து இருக்கவில்லை. கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்படுவது சில நிமிடங்கள் நீடித்தாலும் பல நாள்கள் நீடித்தாலும் அல்லது பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டாலும் விளைவு ஒரே மாதிரியாகத்தான் உள்ளது.

ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கதிர்வீச்சி சடுதி மாற்றங்கன்ளின் எண்ணிக்கை எக்ஸ்-கதிர் மற்றும் காமா கதிரின் கடினத்தோடு (அலைநீளம்) எந்த உறவும் கொண்டிருக்கவில்லை. உயர் அடர்த்தி அயனீகரணத்தைத் தோற்றுவிக்கும் கதிர்வீச்சுகளானால் தான்—அதாவது நியூட்ரான்கள் அல்லது ஆல்பா கதிர்கள்—அடிப்படையான வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன.

குரோமோசோம் சார்ந்த சடுதி மாற்றங்களைப் பொறுத்த மட்டில் அனைத்தும் தலைகீழாக உள்ளன. மிகவும் எளிய மாற்றங்கள்தான் அளவுடன் நேர்க்கோட்டு உறவு கொண்டுள்ளன. மற்றவை அளவினுடைய வர்க்கத்தின் விகிதத்தில் உயர்கின்றன. காலத்தில் அதன் விநியோகம் மிகுந்த விளைவுடையதாக இருக்கிறது. மற்றும் கதிர்வீச்சினுடைய கடினத் தன்மையின்மேல் சடுதி மாற்றங்கள் கொண்டுள்ள சார்பும் மிகுதியாக உள்ளது.

இச்சில், ஆனால் உறுதியாக நிலைநாட்டப்பட்டு விட்ட விவரங்கள், கதிர்வீச்சுச் சடுதி மாற்றங்களின் செய்முறையைப் புரிந்துகொள்ள வழி காட்டின. ஜீன் சார்ந்த சடுதி மாற்றம் ஒன்றைத் தோற்றுவிக்க ஒரே ஓர் அயனீகரணத்தின் ஆற்றல் போதுமானதாக உள்ளது. ஆனால், குரோமோசோம் சார்ந்த சடுதி மாற்றங்களுக்கு இதைவிட அதிகமான, ஆனால் மிகப் பெரிய அளவில் இல்லாத ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. குரோமோசோம் சார்ந்த சடுதி மாற்றம் ஒன்றைத் தோற்றுவிக்கக் குரோமோசோம்களை ஊடுருவிச் செல்லும் ஒன்று-இரண்டு துகள்கள் போதுமானவையாக உள்ளன.

கதிர்வீச்சுப் பரிசோதனைகளின் முடிவுகள், ஜீன்களுடைய தன்மை பற்றிய முதல் முடிவுகளுக்கு வழி காட்டின. முப்பதுகளின் நடுப் பகுதியில் இருந்து கதிர்வீச்சு மரபியலாளர்கள், ஜீன் சார்ந்த சடுதி மாற்றம் என்பது ஒரு சிறிய இரசாயன மாற்றமே என்று வலியுறுத்தி வந்தனர். இதிலிருந்து இரசாயனத் தன்மை உடையது. அதாவது அது ஒரு மூலக்கூறு அல்லது ஒரு பெரிய மூலக்கூறின் ஒரு பகுதி என்பது தொடர்கிறது. முப்பது ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு மூலக்கூறு மரபியலின் விவரங்கள் அந்த முடிவு முற்றிலும் சரி ஆனது என்பதை உறுதி செய்தன.

இவை கதிர்வீச்சு மரபியலின் அடிப்படை விவரங்களே ஆகும். ஆனால், நாம் மேலும் முன்னேறிச் செல்ல இவையே போதுமானவை. இன்று கதிர்வீச்சு மரபியலாளர்கள் பிற பிரச்சினைகளில் எல்லாவற்றிற்கும் மேலாக சடுதி மாற்றக் கிரியைக் கட்டுப்பாடு செய்வதில் கவனம் செலுத்தி வருகின்றனர். அது எவ்வளவுதான் நம்புவதற்கரியதாகத் தோன்றிய போதிலும் விடுவிக்கப்படக்கூடிய ஒரு பிரச்சி

னையே ஆகும். இதைப் பற்றிச் சற்றுப் பின்னர்க் காண் போம். இப்போது நாம் நமது கதையை எங்கு விட்டோமோ அங்கிருந்து தொடங்குவோம்.

ஒரு புதிர் விடுவிக்கப்பட்டது

அளவு பூர்வமான கதிர்வீச்சு மரபியலின் அடிப்படை கள் அமைக்கப்பட்ட பின்பு, செல்களுக்கு ஏற்படும் கதிர்வீச் சுச் சேதங்களில் மரபியல் மாற்றங்களின் (சடுதி மாற்றங் களின்) பங்கைப் பற்றி ஆராய்வது சாத்தியமாயிற்று. இந்தப் பிரச்சினைக்கான விடை உயிரியல் பௌதிகத்தில் வியத்தகு நபர்களில் ஒருவரான டோக்லஸ் எட்வர்ட் லீயினுடைய பெயர்தான் மற்றவரைக்காட்டிலும் அதிகமாகத் தொடர் புபடுத்தப்பட்டுள்ளது. அவர் சிறிது காலமே வாழ்ந்தார், ஆனால் மேதையாக வாழ்ந்தார். அவர் 1910இல் லிவர் பூலில் பிறந்து அங்கேயே பள்ளிப்படிப்பும் பெற்றார். 1931 இல் அவர் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழகத்திலிருந்து பௌதி கத்தில் ஆனர்ஸ் பட்டம் பெற்றார்.

பட்டம் பெற்ற பௌதிகவாதிகளில் மிகச் சிறந்தவர்கள் புகழ் பெற்ற காவென்டிஷ் ஆய்வுக்கூடத்தில் பணி புரிவது கேம்பிரிட்ஜில் ஒரு மரபாக இருந்து வந்தது. அந்த ஆண்டுகளில் மாபெரும் பௌதிகவியலாளரான ரூதெர்போர்டு அந்த ஆய்வுக்கூடத்தின் தலைவராக இருந்தார். அவரு டைய சக ஆராய்ச்சியாளர்களாக, கபிஸ்தா, சாட்விக், காக்கிராப்ட், பிளாக்கெட், பிற புகழ் பெற்ற பௌதிகவா திகள் ஆகியோர் இருந்தனர். அவர்களில் பின்னர் பௌதி கத்தினால் புகழ் அடையாது, உலகப் புகழ் பெற்ற எழுத் தாளராக ஒருவர் இருந்தார் சி.பி.ஸ்னோ. அவர் காவென் டிஷ் ஆய்வுக்கூடத்தை (ஒரு நவீனத்தில்) விவரித்தார்.

ரூதெர்போர்டின் ஆய்வுக்கூடத்தில் லீயேயின் ஆராய்ச்சி நன்கு நடை பெற்றுக்கொண்டு வந்தது. அந்த இளம் பௌதி கவியலாளர் கடினமாக உழைப்பவராகவும் திறமை மிக் கவராகவும் இருந்தார். அவர் நியூட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான்களுக்கு இடையான பரஸ்பர வினையைப் பற்றி ஆராய்ந்து வந்தார். அது அப்போது தன் குழந்தைப் பரு

வத்திலேயே இருந்து அணுபௌதிகவியலில் ஒரு பிரச்சினை யாகும். ஒரு நாள் அவர் பாக்டீரியாவை அயனீகரணிக்கும் கதிர்களின் வீச்சுக்கு உட்படுத்துவது பற்றிய பல கட்டுரை களைப் பௌதிகச் சஞ்சிகை ஒன்றில் வாசிக்க நேர்ந்தது.

''சுவையானதுதான். இன்னும் சிறிது பௌதிகத்தை யும் சேர்த்தால், அத்தகைய பரிசோதனைகள் மேலும் சுவை யான விளைவுகளைக் கொடுக்கலாம். ஓரிரு வாரங்கள் பாக் டீரியாவுடன் கழித்தால் என்ன?'' என்று அவர் தனக்குத் தானே கூறிக்கொண்டார்.

அது 1934இல் நடந்தது. 1935இன் முடிவில் அவர் கதிர் வீச்சு உயிரியலால் பெரிதும் கவரப்பட்டமையால், ஸ்டி ரேன்ஜ்வேய்ஸ் உயிரியல் ஆய்வுக்கூடத்திற்குத் தன்னை மாற் றிக்கொண்டார்.

அவர் ஒரு தூய பௌதிகவியலாளராக இருந்ததாலோ, தானாகவோ தனித்து ஆராய்ச்சி செய்திருந்தாலோ லீ தனது திறமையாலும் சுறுசுறுப்பாலும் பலவற்றைச் சாதித்து இருப்பார். உயிரியலாளர்கள் பௌதிகவியலாளர்களிடமி ருந்து உதவியைத் தேடிக் கொண்டிருந்த போது லீ அதை உயிரியலாளர்களிடமிருந்து பெற்றார். அவர் தனது கட் டுரைகளில் பெரும்பான்மையானவற்றை உயிரியலாளர்களு டன் கூட்டாக எழுதினார். தாவரவியலாளர் காட்சிசைடு, மரபியலாளர் தோடே, வைரஸ் இயலாளர்கள் சாலமன் மற்றும் மார்க்ஹாம், நுண் உயிரியலாளர்கள் ஹேன்ஸ், மற்றும் கௌல்ஸன் ஆகியோர் அனைவரும் லீயிடமிருந்து பௌதிகத்தைக் கற்றுக்கொண்டு, அவருக்குத் தத்தம் துறை களில் உதவினர். அதே சமயத்தில் லீ, தனது ஆராய்ச்சியின் உயிரியல் அமிசத்தைத் தனது சக ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கே விட்டு விட்டுத் தூய பௌதிகவியலாளராகவே இருந்து விடவில்லை. அவர் அடிக்கடி மைக்ரோஸ்கோப்பைப் பயன் படுத்தினார். டிரோஸோபைலா ஈக்களை இனம் கண்டார்; மற்றும் கடற்கோரை (Agar) வட்டில்களில் இருந்த பாக்டீ ரிய காலனிகளை எண்ணினார். அது அவருக்கு உயிரியலில் முழுமையான அறிவைக் கொடுத்தது. எனவே, அவர் உயிர் பௌதிகவியலிற்குப் பிறபல பௌதிகவியலாளர்களைக் காட்டிலும்பெரிய தொண்டாற்றினார்.

லீ, பாக்டீரியாவுடன் தனது ஆராய்ச்சியைத் தொடங்

கினார். அவற்றை வெவ்வேறு அவை நீளங்களுடைய எக்ஸ்-கதிர்களின் ஆல்பா, பீட்டா மற்றும் காமா கதிர்கள், புற ஊதா ஒளி நியூட்ரான்கள் —வீச்சுக்கு உட்படுத்தி (அவராலேயே புனையப்பட்ட ஒரு சாதனத்தின் மூலம்), அளவு, கால அமிசம், கதிர்வீச்சின் கடினத் தன்மை, வெப்பநிலை இவற்றிற்கும் கதிர்வீச்சின் விளைவிற்கும் இடையான உறவை ஆராய்ந்தார். தான் பெற்ற முடிவுகளில் இருந்து அவர் பாக்டீரியா இனப்பெருக்கம் அடையும் திறனை இழப்பது (இது செயலற்றுப் போகச் செய்தல் எனப்படுகிறது) ஒரு ஜீன் சார்ந்த சடுதி மாற்றத்தின் விளைவே என்று எடுத்திக் காட்டினார்.

வைரஸ்கள், பாக்டீரியா கொல்லிகள், டிரோஸோபைலா, மகரந்தம் இவற்றுடன் பரிசோதனைகள் தொடர்ந்தன. எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் விளைவு ஒரே மாதிரியாகத்தான் இருந்தது. உயிருள்ள செல்களின் உள்ளே ஏற்படும் மரபியல் மாற்றங்களே மரணத்திற்குக் காரணமாக இருந்தன.

பல்வேறு பொருள்களைக் கொண்டு அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சுகளின் எல்லா வகைகளையும் பயன்படுத்திச் செய்யப்பட்ட எல்லாப் பரிசோதனைகளும் ஒரே முடிவைச் சுட்டிக் காட்டியதால், கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட செல்களின் மரணத்திற்கு நிர்ணயமான காரணம், அவற்றுள்ளே நடைபெறும் மரபியல் மாற்றங்களே, சடுதி மாற்றங்களே என்பது உயிரினங்கள் அனைத்திற்கும் பொருந்தும் என்று கூறலாம்.

இங்கு ஒரு விளக்கம் தேவைப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான மக்களின் மனத்தில் ''மரபுக்குணங்களின் தொடர்ச்சி'' எனும் சொல், பெற்றோர்களிடமிருந்து சேய்களுக்குப் பண்புகள் மாற்றப்படுவது மட்டுமே என்ற கருத்தோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளது. ஆனால் அது அவ்வாறல்ல. உண்மையில் பெறறோர்களுக்கும் சேய்களுக்கும் இடையே உள்ள அதே தொடர்பு தனிப்பட்ட செல்களின் இடையேயும் நிலவுகிறது. ஓர் உயிரினத்தின் செல்கள் பகுப்படைகின்றன. அவற்றில் சில இறக்கின்றன. அவற்றின் இடத்தை மற்றவை எடுத்துக்கொள்கின்றன. ஆனால் அவை அனைத்தும் பிற செல்களிலிருந்து பெற்ற பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. மிக

விரைவாகப் புதுப்பிக்கப்படும் செல்களும் உள்ளன. சில அங்கங்களில் அவற்றின் சராசரி ஆயுள் காலம் சில நாள்கள் மட்டுமே நீடிக்கிறது.

பலசெல் உயிரினம் ஒன்றின் செல்களில் மரபியல் சேதத்தின் பங்கை இந்த விளக்கம் மேலும் தெளிவுபடுத்துகிறது. அங்க செல்கள் பலவற்றில் சாவு ஊக்கும் சடுதி மாற்றங்கள் நடைபெற்று, அவற்றிற்கு மரணம் விளையும்போது அங்கங்கள் மற்றும் மண்டலங்கள் பலவீனப்படுத்தப்படுவதால், கதிர்வீச்சு நோய் உண்டாகிறது. சடுதி மாற்றங்கள் சாவு ஊக்குபவையாக இல்லாதிருந்தால், அவை நீண்ட கால விளைவுகளுக்கு எடுத்துக்காட்டாக, காலத்திற்கு முந்தைய முதுமை, கட்டிகள் தோன்றுதல் ஆகியவற்றிற்கு இட்டுச் செல்லலாம். இனப்பெருக்க செல்களில் ஒரு சடுதி மாற்றம் ஏற்படுமேயானால், அது சந்ததிகளை உடனடிச் சந்ததிகளையும் தொலைக் காலச் சந்ததிகளையும் பாதிக்கும். இந்த முடிவுகள் லீயின் பரிசோதனைகளிலிருந்து வர்க்க ரீதியில் தொடர்ந்தன. 1946இல் அவர் ''உயிருள்ள செல்களின் மேல் கதிர்வீச்சின் செயல்'' என்ற தனது நூலை வெளியிட்டார். அது அன்றியிலிருந்து உயிரியலாளர்களால் ''கண்டிப்பாகப் படிக்கப்பட'' வேண்டிய நூலாக இருந்து வருகிறது. அது, அவருடைய முதன்மையான ஆராய்ச்சிகள் அனைத்தையும் பொழித்துக் கூறியது. அவர் அதை எழுதுவதில் வெற்றி பெற்றார் என்பது விஞ்ஞானத்திற்கு ஓர் அதிர்ஷ்டமே ஆகும். ஏனெனில், 1947, ஜூன் 16இல் அவர் ஒரு கேலிக்கூத்தான விபத்தால் கொல்லப்பட்டார். அவருக்கு அப்போது வயது 37தான். அவர் உயிரோடு இருந்திருந்தால், இன்னும் எத்தனை சாதனை புரிந்திருப்பார்!

அயோடினிலிருந்து ஒய்பெரைட் வரை

அநேகமாக ஒவ்வொரு விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்பிற்கும் ஒரு நீண்ட வரலாறு உண்டு. மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் மீது இரசாயனப் பொருளினுடைய விளைவுகளின் கண்டுபிடிப்பிற்கும் சமமாகப் பொருந்தும்.

1892இல் மாஸ்கோ தாவரவியலாளராகிய இவான் ஜெராஸிமோவ், ஸ்பைரோகைரா (Spirogyra) எனும் பச்

சைப் பாசினுடைய செல்களின்மீது வெப்பநிலையின் விளைவை ஆராய்ந்தார். இதற்கு உட்படுத்தப்பட்ட செல்கள் சிலவற்றில் அவர் விநோதமான மாற்றங்களைக் கண்டார். அவர் நியூக்ளியஸ்கள் அற்ற செல்களையும் இரண்டு நியூக்ளியஸ்களைக் கொண்ட செல்களையும் கண்டார். பகுப்படைந்து கொண்டிருந்த செல்களில் சாதாரணமான குரோமோசோம் எண்ணிக்கையைப் போன்று இரட்டை மடங்கு அதிகமான எண்ணிக்கையைக் கொண்ட செல்கள் சிலவும் இருந்தன. குரோமோசோம் எண்ணிக்கை இரட்டிப்பு அடைதல் ஒரு மரபியல் மாற்றமாகும். அது கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்தும்போது காணப்படுவது போன்ற ஒரு ஜீனின் சடுதி மாற்றம் அல்ல. ஆனால், ஜீனோம் சார்ந்த சடுதி மாற்றமாகும்.

அக்காலத்தில் விஞ்ஞானிகள் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி நிகழ்வுகளைக் குரோமோசோம்களுடன் தொடர்பு படுத்தி இருக்கவில்லை. எனவே, ஜெராஸிமோவின் கண்டுபிடிப்பு அதன் உண்மையான முக்கியத்துவத்தில் அவருடைய சக விஞ்ஞானிகளால் உணரப்படவில்லை. புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நிகழ்வுகளை அவரேகூட மரபுக்குண மாற்றங்களோடு தொடர்பு படுத்தவில்லை. இருப்பினும், அவர் தமது பரிசோதனைகளைத் தொடர்ந்து செய்து, நான்கு ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு ஒரு புதிய கண்டுபிடிப்பைப் பற்றிக் கூறினார். அதாவது, தாழ்ந்த வெப்பநிலையின் விளைவாகத் தோன்றுவது போன்ற அதே விளைவுகள் குளோரோபார்ம் அல்லது குளோரால் ஹைட்ரேட் போன்ற இரசாயனப் பொருள்களாலும் தோற்றுவிக்கப்பட முடியும் என்று கூறினார்.

ஆனால், ஜெராஸிமோவின் ஆராய்ச்சி காலப் போக்கில் மறக்கப்பட்டது. மரபியலாளர்கள் இரசாயன முறை மூலம் சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்க முயன்ற போது அவர்கள் தொடக்கத்தில் இருந்தே ஆரம்பிக்க வேண்டி இருந்தது.

முப்பதுகளின் தொடக்கத்தில் கோல்த்ஸேவ், பட்டுப் புழு முட்டைகளைக் கருவுறுதல் இன்று வளர்ப்பதற்கான வழியைத் தேடிக்கொண்டிருந்தார். அவரது தேட்டம் வெற்றி அடைந்தது. அவர் தான் வேண்டிய விளைவை ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம், அயோடின், பார்மலீன்,

அயான் குளோரைடு, பொட்டாஸியம் பெர்மாங்கனேட், ஸில்வர் நைட்ரேட் மற்றும் பொட்டாசியம் குளோரேட் இவற்றின் மூலம் அடைந்தார்.

இந்தப் பொருள்கள் செல்லின் நியூக்ளியஸை செயலூக்கத்துடன் பாதிக்கின்றன என்பது தெரிந்தவுடன், அவற்றால் சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்க முடியுமா என்பதைச் சரி பார்ப்பதற்கு ஓர் அடிதான் முன்னேற வேண்டியிருந்தது. இதைக் கோல்த்ஸேவின் சக ஆராய்ச்சியாளர்களில் ஒருவரான விளாதிமிர் ஸகாரோவ் செய்தார். டிரோஸோபைலாவின் கருவுறுத்தப்பட்ட முட்டைகளை அயோடினுக்கு உட்படுத்தி, அவர் ஏராளமான சடுதி மாற்றங்களை — சாவு விளைவிக்கும் சடுதி மாற்றங்கள் (இவை சேய்களுக்கு மரணம் விளைவிக்கின்றன), வாழ் தகுதியுடைய சடுதி மாற்றங்கள் (மரபு ரீதியில் மாற்றமடைந்த புறப்பண்புகளைக் கொண்டவை) இரண்டையுமே—அடைந்தார். ஸகாரோவின் முதல் ஆராய்ச்சி 1932இல் வெளியிடப்பட்டது. ஆனால் அது ஒரு தொடக்கமாகவே இருந்தது. பின்னர் செய்த பரிசோதனைகளில் ஸகாரோவும் அவரது மாணவர்களும் மற்ற பொருள்களைக் கொண்டு சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிப்பதில் வெற்றி அடைந்தார்கள். அவரது ஆராய்ச்சியிலிருந்து தளித்து, ஏறத்தாழ அதே சமயத்தில், இரசாயன முறை சடுதி மாற்றங்கள் இளம் லெனின்கிராடு விஞ்ஞானி மிஹையீல் லோபஷேவால் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. (இதுவும் டிரோஸோபைலாப் பரிசோதனைகளிலேயே செய்யப்பட்டது)

இந்தப் பரிசோதனைகளின் எண் அளவான விளைவுகள் சிறிதாகவே இருந்தன. மிகக் குறைந்த சத விகிதத்திலேயே அவை தோன்றின. ஆனால், இரசாயனப் பொருள்களின் மூலம் சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிப்பதற்கான வாய்ப்பு தத்துவார்த்தத்தில் எடுத்துக் காட்டப்பட்டது. இதற்கிடையில் ஸகாரோவ் மற்றும் லோபஷேவின் ஆராய்ச்சிகள் அடிப்படை உண்மைகளை நிலை நாட்டின என்பதால் மட்டுமே முக்கியத்துவம் உடையவை என்பது அல்ல. கதிர்வீச்சினால் தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றங்களுக்கும் சில இரசாயனப் பொருள்களால் தூண்டப்பட்டவைக்கும் இடையே இருந்த குறிப்பிட்ட வேறுபாடுகளைத் தொடக்கப் பரிசோதனைகளி

லேயே காண்பதற்கு ஸகாரோவின் நுண்ணிய அறிவு உதவியது. குறிப்பிட்ட திசையிலே சடுதி மாற்றத்தைத் தூண்டுவதற்கான வாய்ப்பை அவர் அப்போதே எதிர்பார்த்தார். இன்று விஞ்ஞானம் அப்பிரச்சினைக்கு ஒரு முடிவை அணுகிக் கொண்டிருக்கிறது.

சிறிது காலத்திற்கு முன்பு நான் ஸகாரோவுடன் அவரது பழைய பரிசோதனைகளைப் பற்றிப் பேசிக்கொண்டிருந்தேன். அவர், பல்வேறு சடுதி மாற்றந் தூண்டும் அமிசங்களினுடைய செயல்களின் குறிப்பான தன்மை பற்றிய தனது ஆராய்ச்சி அது பிரசுரிக்கப்பட்ட காலத்தில் அதிக கவனத்தைக் கவரவில்லை என்று கூறினார். சடுதி மாற்ற ஊக்கிகளின் குறிப்புச் சார்பு அன்றாடப் பிரச்சினையாகி விட்ட இன்று, அவரது கட்டுரை பன்முறை மேற்கோளாகக் காட்டப்படுகிறது. அவர் ஒரு பழைய நண்பரிடம் அதைக் கூறிய போது அப்பெண்மணி, ''நீங்கள் உங்கள் ஆராய்ச்சியை இருபது ஆண்டுகளுக்கு முன்னதாகவே வெளியிட்டீர்கள் என்பது எவ்வளவு துயரமானது'' என்று கூறினார்.

லோபஷேவ், அவருடைய பங்கிற்கு இரசாயனப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கான வழிமுறைகளை 1934இல் உருவாக்கினார். அவருடைய தத்துவங்கள் நமது காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

ஸகாரோவ், லோபஷேவ் மற்றும் அவரது சகாக்கள் ஆகியோரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சடுதி மாற்ற ஊக்கிகள் மிகுந்த திறனுடையவையாக இருக்கவில்லை. எனவே, நடைமுறை ஆராய்ச்சியாளர்கள் அவற்றில் அக்கறை காட்டவில்லை. ஆனால், மிகக் குறுகிய காலத்திற்குள்ளாக அதைவிடத் திறன் வாய்ந்த சடுதி மாற்ற ஊக்கிகள் கட்டுபிடிக்கப்பட்டன.

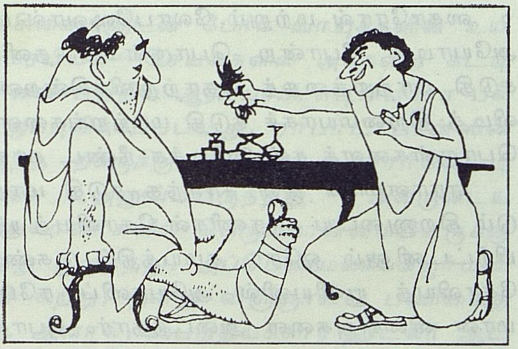
அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த பிளாக்கெஸ்லீ, கூதிர்தால கிராகஸ் (Crocus—மஞ்சள் அல்லது ஊதா நிற மலர்களையுடைய சிறு பூண்டுச் செடி வகை) (கோல்சிகம்—Colchicum —, எனவே கோல்சிஸீன் என்ற பெயர்) செடியிலிருந்து பெறப்பட்ட கோல்சிஸீன் என்ற பொருள், தாவர செல்களில் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையை இரட்டிக்கும் திறனுடையதாக இருக்கிறது என்று 1937இல் கண்டுபிடித்தார். வேறு வழியில் சொன்னால் குளோரால் ஹைட்ரேட்டை

யும் குளோரோபார்மையும் கொண்டு நாற்பது ஆண்டுக ளுக்கு முன்னர் ஜெராஸிமோவ் பெற்ற அதே விளைவை பிளாக்கெஸ்லீ பெற்றார். ஆனால் பிளாக்கெஸ்லீயிற்கும் அவரது சக காலத்தவற்கும் ஜெராஸிமோவின் ஆராய்ச்சி தெரிந்து இருக்கவில்லை.

ஜெராஸிமோவால் பயன்படுத்தப்பட்ட பொருள்களை விடக் கோல்சிஸீன் திறன் மிக்கதாக இருந்தது என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். கோல்சிஸீனைப் பயன்படுத்தும்போது ஒருவர் வெற்றியைப் பற்றி உறுதியாக இருக்கலாம். இன் றுகூட, பல ஆண்டுகள் தேடியதற்குப் பின்பும் அதைவிட உயர்ந்த ஒரு பொருள் கண்டு பிடிக்கவில்லை.

கோல்சிஸீன் ஒரு வியத்தகு பொருளாகும். அது (அதன் தூய வடிவில் அல்ல என்பது உண்மையே) ஆதிக்கால ரோமாபுரியில் முட்டு நோய்களுக்குச் சிறந்த மருந்தாக அறியப்பட்டிருந்தது. இன்று அது குரோமோசோம் எண் ணிக்கையை இரட்டிப்பதற்கு மட்டுமல்லாமல், சில வகைப் புற்று நோய்களுக்குச் சிகிச்சை அளிக்கவும் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகிறது. நீண்ட காலம் வரை இரசாயனவியலாளர் கள் அதன் அமைப்புச் சூத்திரத்தை நிர்ணயிக்கத் திறன் அற்று இருந்தனர். அதைச் செயற்கை முறையில் எவ்வாறு தயாரிப்பது என்பது இன்னும் அவர்களுக்குத் தெரியாது.

குரோமோசோம் எண்ணிக்கையின் இரட்டிப்பு (மும்ம டங்காக்குதல், நான்கு மடங்காக்குதல் அல்லது பல்வேறு மடங்குகளாகப் பெருக்குதல் ஆகியவையும்) பாலிப்ளாய்டி (Polyploidy) என அழைக்கப்படுகிறது. அது இயற்கையில் அடிக்கடி காணப்படுவதால், அதைப் பற்றி விஞ்ஞானிகள் முன்னரே அறிந்திருந்தார்கள். பாலிப்ளாய்டு வகைகள் தோன்றுவது இயற்கையில் புதிய சிற்றினங்கள் தோன்றுவ தற்கு ஒரு வழியாகும். பல பாலிப்ளாய்டு வரிசைகளை நாம் அறிவோம். எடுத்துக்காட்டாக, கோதுமையின் சிற்றினங் கள் 14 அல்லது 28 (இரண்டு மடங்கு) அல்லது 42 (மூன்று மடங்கு) குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளன. 14 குரோ மோசோம் சிற்றினங்கள் ஒரு தானிய வகைகளையும் 28 குரோமோசோம் சிற்றினங்கள் கடினமான வகைகளையும் 42 குரோமோசோம் சிற்றினங்கள் மிருதுவான வகைகளை யும் கொண்டுள்ளன.



பொதுவாக, பாலிப்ளாய்டு வகைகள் அதிக உற்பத்தித் திறன் உடையவை, இயற்கையில் உள்ள தாவரங்கள் அனைத்தும் பாலிப்ளாய்டுகளாக இருக்கவில்லை. எனவே, கோல்சிஸீன் மற்றும் அது போன்ற பொருள்களைப் புதிய வாணிப ரீதியில் முக்கியமான வகைகளைச் செயற்கை முறையில் தோற்றுவிக்கப் பயன்படுத்தலாம். அது விரிவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஸகாரோவ், பாலிப்ளாய்டு பக்வீட் (Buckwheat —கோதுமையினம் சார்ந்த கூல வகை) ஒன்றை உருவாக்கினார். சாதாரண பக்வீட்டில் 1000 விதைகளின் எடை 16லிருந்து 29கிராம்கள் வரை உள்ளது. ஆனால் பாலிப்ளாய்டு வகையில் 35 கிராம்கள் வரை உயர்வாக இருக்கலாம். தானியம், கோக்ஸாகிஸ், அபின் பாப்பி, சணல், பெப்பெர்மின்ட், சக்கரை பீட் இன்ன பிற விவசாயப் பயிர்களில் வாணிப ரீதியில் மதிப்புள்ள பாலிப்ளாய்டுகளைச் சோவியத் மரபியலாளர்கள் உருவாக்கி உள்ளார்கள். ஆனால், அது பிரச்சினையில் ஒரு பகுதியே ஆகும். மதிப்பு வாய்ந்த கலப்பினங்களைத் தேர்வாளர்கள் பன்முறை உருவாக்குகிறார்கள். ஆனால், அவை மலடாக உள்ளன. அவற்றைப் பாலிப்ளாய்டுகளாக மாற்றும்போது அவற்றில் மலட்டுத்தனம் நீங்கி விடுகிறது. இந்த முறையில்தான் ஏ.ஐ. டெர்ஷாவின் ரை-கோதுமை கலப்பினங்களையும் வி.ஏ. கீழ்னியாக் ''அக்ரோடிரிடிக்'' (படுக்கைப் புல்லாகிய டிரிடிகம் ரிப்பென்ஸ் (Triticum repens) மற்றும் கோதுமை இவற்றின் கலப்பினம்) என்ற புதிய தீவினப் பயிரையும் உருவாக்கினார்கள்.

ஸகாரோவ் மற்றும் லோபஷேவால் பயன்படுத்தப்பட்ட அயோடின் போன்ற பொருள்கள் தனிப்பட்ட ஜீன்களில் சடுதி மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆனால், அதை விடத் திறமையாகச் சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கும் பொருள்களைக் கண்டுபிடிக்க நீண்ட காலம் பிடித்தது.

ஏராளமான ஜீன் சார்ந்த சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டும் திறனுடைய காரணிகள் சோவியத் யூனியனிலும் கிரேட் பிரிட்டனிலும் ஒரே சமயத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சோவியத் யூனியனில் அயோஸிப் ரபோபோர்ட் அற்புத மான விளைவுகளை அடைந்தார். போருக்கு முன்பு அவர் இரசாயனப் பொருள்களால் தூண்டப்படும் சடுதி மாற்றங் களைப் போன்ற சுவீகரித்துக் கொள்ளப்பட முடியாத மாற் றங்களை டிரோஸோபைலாவில் தோற்றுவிப்பது பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்திருந்ததுடன் ஜீனின் இரசாயனத் தன்மையையும் பண்புகள் உருவாகும் முறையையும் கண்டு பிடிக்கவும் விரும்பினார். அவரது பரிசோதனைகள் அவரை இரசாயனச் சடுதி மாற்ற ஊக்கிகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு அருகில் கொணர்ந்தன. ஆனால், போர் மூண்டதானது, பல விஞ்ஞானத் திட்டங்கள் நிறைவேற்றுவதைத் தவிர்த்தது அல்லது காலதாமதம் செய்தது.

ராபோபோர்ட் திரும்பியவுடனேயே, அவர் பல ஆண்டு களுக்கு முன்பு விட்ட இடத்தில் இருந்து தொடங்கி உடனடி யாக ஆராய்ச்சியில் இறங்கினார். ஆராய்ச்சிக்கு உட்படுத் தப்பட்ட டிரோஸோபைலா ஈக்கள் சிலவற்றில் மட்டுமன்றி அவற்றில் 5லிருந்து 10 சத விகிதம் வரை ஈக்களில் சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டிய இரசாயனப் பொருள்களை விவ ரித்துப் பல கட்டுரைகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வந்தன. பின்னர் அவர் அதைவிடத் திறன் வாய்ந்த பல காரணிக ளையும் கண்டுபிடித்து நைட்ரஸோ எதில் யூரியாவுடன் அவர் செய்த பரிசோதனைகளின் விளைவுகளை 1962இல் வெளியிட்டார். இந்தப் பொருள் அதற்கு உள்படுத்தப் பட்ட ஈக்களின் சந்ததிகளின் 92 சத விகிதத்தில் சடுதி மாற் றங்களைத் தூண்டி அற்புதங்கள் புரிகிறது. கதிர்வீச்சுக் கூட இதற்கு ஒப்பான விளைவுகளைக் கொடுப்பதில்லை.

அதே போன்ற ஒரு கண்டுபிடிப்பு கிரேட் பிரிட்டனிலும் செய்யப்பட்டது. பிரிட்டிஷ் ''விநியோக அலுவலர்கள்''

மற்ற போர்ப் பிரச்சினைகளுடன் போர் வாயுக்களின் உயிரியல்—குறிப்பாக மரபியல்—செயல்களில் அக்கறை கட்டினர். இந்தப் பிரச்சினை பற்றிய ஆராய்ச்சி எடின்பரோ பல்கலைக் கழகத்தில் ஒப்புவிக்கப்பட்டது. ராபர்ட் பர்ன்ஸின் பிறப்பிடமாகிய அந்த நகருக்கு அதிர்ஷ்டம் சார்லெட்டி ஔர்பாக் என்பவரை அனுப்பியிருந்தது. அவருடைய பெயர் உலக மரபியலாளர்களில் பெரும்பான்மையினருக்கு ஏற்கெனவே தெரிந்து இருந்தது. அப்பெண்மணி ஜெர்மனியில் பிறந்து, கல்விகற்று, தனது விஞ்ஞானப் பணியைத் தொடர்ந்திருந்தார். ஆனால், பைத்தியக்கார ஹிட்லர் ஆட்சிக்கு வந்தவுடன், அவர் பிற பல விஞ்ஞானிகளைப் போலவே தனது தந்தையர் நாட்டை நிரந்தரமாக விட்டு வெளியேறினார். விநியோக அமைச்சகத்திற்காக ஆராய்ச்சி செய்துகொண்டிருந்த போது அவர் ஜே.எம். ராப்ஸன் என்பவருடன் கூட்டாக, ஒய்பெரைட்டும் (கடுகு வாயு) அதற்கு நெருங்கிய பொருள்களும் டிரோஸோபைலாவில் சடுதி மாற்றங்களின் சத விகிதத்தைப் பன்மடங்கு உயர்த்தின என்று கண்டுபிடித்தார். அவர்களுடைய பரிசோதனைகளில் சடுதி மாற்ற வீதம், ஒப்பிடும் சோதனைகளில் 0.2 சத விகிதமாக இருந்ததிலிருந்து 24 சத விகிதமாக உயர்ந்தது. அது ஒரு பரபரப்பான நிகழ்ச்சியாக இருந்தது. ஆனால், மேலை நாட்டு விஞ்ஞானிகள், (மீண்டும் ருஷ்ய மொழியை அறியாத காரணத்தால்) தொலை தூரத்தில் உள்ள மாஸ்கோவில் வசித்து வந்த மற்றொரு ஆராய்ச்சியாளர், அயோஸிச் ரபோபோர்ட் கடுகு வாயுவினுடைய சடுதி மாற்ற ஊக்குவிளைவைக் கண்டுபிடித்த பெருமைக்குச் சம உரிமை உள்ளவர் என்பதை நீண்ட காலம் உணரவில்லை. ஆனால், போதுமான அளவில் சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டும் அயனீகரணிக்கும் கதிர்கள் இருக்கும் பொழுது ஏன் ஒருவர் இரசாயன சடுதி மாற்ற ஊக்கிகளைத் தேடுவது தேவை. 1938இல் சகாரோவ் என்ன கண்டுபிடித்தார் என்பதை நினைவு படுத்திக்கொள்ளுங்கள். இரசாயன சடுதி மாற்ற ஊக்கிகள் குறிப்பிட்ட தன்மையுடைய விளைவுகளைக் கொண்டிருக்கலாம். அது மிகவும் முக்கியமானது. அயனீகரணிக்கும் கதிர்களின் எந்தப் பண்புகள் நமக்குத் தேவையே, அவற்றை மட்டும் கொண்ட பொருள்களைக் கண்டுபிடிப்பது சாத்தியம்.

கடுகு வாயுவினுடைய சடுதி மாற்றம் ஊக்கும் விளைவு பற்றிய ஆராய்ச்சி புதிய மருந்துகளைத் தயாரிப்பதற்கு உதவியது. எடுத்துக்காட்டாக, சோவியத் மருந்துப் பொருள் உற்பத்தித் தொழில் ஒய்பெரைட்டின் ஒரு வகையாகிய நோவோயெம்பிகொய்ன் (Novoembiquine) என்ற ஒரு மருந்தை உற்பத்தி செய்கிறது. ஆனால், அது கடுகு வாயுவைப் போன்று ஒரு போர்க்கருவியாக அல்லாமல் புற்று நோய் சிகிச்சைக்கு ஒரு சாதனமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு தீவிரமான இரத்தச் சோகையின் சிகிச்சையில் வியத்தகு விளைவுகளைக் கொடுக்கிறது.

இரசாயன சடுதி மாற்ற ஊக்கிகள் தாவர வளர்ப்புக்குப் பெரிதும் உதவியுள்ளன. பாலிப்ளாய்டு வகைகளை அடைவதோடு அவற்றின் பயன் முடிந்து விடவில்லை. அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சுகள் ஏராளமான சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆனால் அவற்றில் பெரும்பான்மையானவை சந்ததிகள் அனைத்தையுமோ ஒரு பகுதியையோ கொன்று மரணம் விளைவிப்பவையாக உள்ளன. அத்தகைய சடுதி மாற்றங்கள் தேர்வுப் பணிக்குப் பயன் அற்றவை என்பது தெளிவு. வாழ்தகவு உடைய சில சடுதி மாற்றங்களைத் தேடிக் கண்டுபிடிக்க வேண்டி இருக்கிறது. ஆனால், இரசாயன சடுதி மாற்ற ஊக்கிகள் விரிவான பல வகைகளைக் கொடுக்கின்றன.

கதிர் வீச்சின் ''நிறமாலைக்கு'' வெகு அருகிலுள்ள நிற மாலையைக் கொண்ட சடுதி மாற்ற ஊக்கிகள் (கடுகு வாயுவைப் போன்று) உள்ளன. பிற பொருள்கள் மரணம் விளைவிக்கும் சடுதி மாற்றங்களை அநேகமாகத் தோற்றுவிப்பதே இல்லை. இவற்றில் சில ரபோபோர்டினாலும் மற்றவை சுவீடன் விஞ்ஞானிகளாலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் பல்வேறு சடுதி மாற்ற ஊக்கிகளால் உண்டாக்கப்படும் வாழ்தகவுடைய சடுதி மாற்ற உயிர்களில் மாற்றங்கள் மரபியல் ரீதியில் தற்செயலானவையாக இருந்த போதிலும் பண்பில் வேறுபடுகின்றன. எனவே, ஒரு மரபியலாளரின் வசம் உள்ள சடுதி மாற்ற ஊக்கிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாக அதிகமாக அவர் மேலும் விரைவாகத் தன் இலக்கை அடைந்தார். பௌதிக மற்றும் இரசாயன சடுதி மாற்ற ஊக்கிகளை மனிதனின் நலனுக்காகப் பயன்

படுத்துவதையும் விவசாயத்திலும் மருத்துவத்திலும் அவற்றின் பயனைப் பற்றியும் கூறும்போது நாம் பொதுவாகச் சடுதி மாற்றங்கள் உயிர் வாழ்வனவற்றிற்குத் தீமை பயப்பவை என்ற விவரத்தையும் மனிதனைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்துவது அவனுக்கு நலன் விளைவிப்பதில்லை (அது மருத்துவ காரணங்களுக்காகக் குறிப்பாகச் செய்யப்படும் சந்தர்ப்பங்களைத் தவிர) என்பதையும் புறக்கணிக்கிறோம்.

கதிர்வீச்சின் மரபியல் விளைவைக் குறைப்பது சாத்தியமா? இப்பிரச்சினை பற்றி விஞ்ஞானிகள் நீண்ட காலம் வரை நம்பிக்கையில்லாத ஒரு கண்ணோட்டத்தைக் கொண்டிருந்தார்கள். ஆனால் அப்பிரச்சினை பற்றிய அவர்களுடைய கருத்துகளை மாற்றியுள்ள பல வியத்தகு விவரங்கள் அண்மை ஆண்டுகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

செல்களின் புத்துயிர்ப்பு

உயிரியல் விஞ்ஞான டாக்டரும் புகழ் பெற்ற கதிர்வீச்சு உயிரியலாளருமான விளாதிமிர் கோரோகோதின் (அப்போது அவர் இளம் உயிரியல் விஞ்ஞான காண்டிடேட்டாக இருந்தார்) தனது பரிசோதனைகளின் மிகச் சுவையான விளைவுகளைப் பற்றி கூறினார். அவர் யீஸ்டு செல்களைப் பெரும் அளவிலான எக்ஸ்-கதிர்களின் வீச்சுக்கு உட்படுத்தினார். அவற்றில் ஒரு பகுதியை உடனடியாக வளர்ச்சி ஊடகம் ஒன்றில் செலுத்தினார். மிஞ்சியவற்றை வளர்ச்சி ஊடகத்தில் செலுத்துவதற்கு முன்பு 24 மணி நேரம் குழாய்த் தண்ணீரில் வைத்திருந்தார். விளைவு வியத்தக்தாக இருந்தது. ''குழாய்த் தண்ணீர் செல்கள்'' ஒப்புகமைச் சோதனைகளைக்காட்டிலும் அதிகமான பல காலனிகளைத் தோற்றுவித்திருந்தன. ஆனால், அவர் எவ்வளவே முயற்சி செய்த போதிலும் இந்த நிகழ்வின் காரணத்தை அவரால் புரிந்துகொள்ள முடியவில்லை.

''அது சாத்தியமில்லை என்பதை நான் அறியாது இருப்பேனேயானால், இந்தச் செல்கள் சேதத்திலிருந்து குணம் அடைந்து விட்டன என்று நான் கூறுவேன். ஆனால், செல்கள் காலனிகளைத் தோற்றுவிக்கும் திறனைச் சடுதி மாற்றங்களின் விளைவாக இழக்கின்றன என்பது அனைவருக்

கும் தெரியும். சடுதி மாற்றங்கள் செப்பனிடப்பட முடியா தவை என்பது அனைவரும் அறிந்ததே'' என்று அவர் வாதித் தார்.

நான் சிரித்து விட்டுப் பட்டாணிகளுடன் நான் செய்த பரிசோதனைகளின் முடிவுகளைப் பற்றி அவரிடம் கூறி னேன். நாங்கள் உலர்ந்த விதைகளைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட் படுத்தி விட்டு அவற்றைப் பல்வேறு கரைசல்களில் ஊற வைக்க முயற்சித்தோம். கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட விதைகளின் முளைகளில் குரோமோசோம் சார்ந்த சடுதி மாற்றங்களின் எண்ணிக்கை பல பொருள்களினுடைய பாதிப்பின் விளைவாகக் கணிசமான அளவில் குறைந்தது. அந்தக் காலத்தில் நிலவிய கருத்துகள் இல்லாதிருந்தால், இந்த முடிவுகளுக்கும் சேதத்தில் இருந்து குணமடைதலையே காரணமாகக் கூற முடியும். பின்னர், அவர் அதே போன்ற முடிவுகளைப் பற்றி என்னிடம் கூறினார். அதையே போன்ற என்னுடைய சொந்த அநுபவத்தையும் நான் நினை வுபடுத்திக்கொண்டேன்.

மரபியல் சேதத்தில் இருந்து செல்கள் குணமடைய முடி யுமா என்பதைக் கண்டுபிடிக்க நான் லெவ் ஸராப்கினுடன் இரண்டு ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக ஆராய்ச்சி செய்து வந் தேன். இந்த எண்ணத்திற்கு எங்களை இட்டுச் சென்ற பரி சோதனைகள் தற்செயலாகவே தொடங்கப்பட்டன. அவற்றை விளக்க நான் காலத்தில் சற்றுப் பின் நோக்கிச் செல்கிறேன்.

கதிர்வீச்சுச் சேதத்தை மிக மிகக் குறுகிய ஒரு வரம்பிற் குள்ளேயே குணப்படுத்த முடியும் என்று வெகு நாள்களா கக் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால், நாற்பதுகளின் கடைசி யில் பாரன் என்று ஒருவரும், அவருடைய சக ஆராய்ச் சியாளர்களும் உயிரியலுடன் சற்றும் தொடர்பில்லாத ஒரு கட்டுரையை வெளியிட்டார்கள். அவர்கள் புரதத்தின் நீர் கரைசல்களைக் கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்தி, அவை எந்த அளவு சேதம் அடைந்துள்ளன என்பதை அளந்தார்கள். குளூடோதையோன் என்ற பொருளின் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கரைசலுடன் சேர்க்கப்பட்டால், சேதத்தின் தீவி ரம் மிகவும் குறைக்கப்பட்டது.

இந்தக் கட்டுரையை நான் படித்தபோது எனக்கு ஒரு விநோதமான எண்ணம் உதித்தது. குளூடோதையோன் உயிரினங்களையும் கதிர்வீச்சுச் சேதத்தில் இருந்து பாதுகாக்குமா என்ன? இது நம்ப முடியாததாக இருக்கலாம். ஆனால் பல சுண்டெலிகள் விஞ்ஞானத்திற்குப் பலியிடப்படலாம். எங்கள் ஆய்வுக்கூடத்தில் குளூடோதையோன் இல்லை. ஆனால் குளூடோதையோனின் ஒரு பகுதியாக உள்ள ஸிஸ்டீன் (Cysteine) எனும் பொருளைத் தயாரிப்பதில் எங்கள் இரசாயன உதவியாளர் வெற்றி பெற்றார். நாங்கள் சுண்டெலிகளுக்கு ஸிஸ்டீனை ஊசி மூலம் செலுத்தி, மரணம் விளைவிக்கும் அளவு கதிர்வீச்சுக்கு அவற்றை உள்படுத்தி, விளைவுகளுக்காகக் காத்திருந்தோம். வியக்கத்தக்க ஒன்று நிகழ்ந்தது. ஸிஸ்டீன் கொடுக்கப்பட்ட எலிகளில் மரண வீதம் ஒப்புமைச் சோதனை எலிகளின் மரண வீதத்தில் ஏறத்தாழப் பாதியாக இருந்தது. எங்களது பரிசோதனைகளுக்குக் காரணம் ஆக இருந்த கருத்து இப்போது தானாகத் தெரிந்தது. பாரனின் கட்டுரை வெளியிடப்பட்ட பின்பு அத்தகைய பரிசோதனைகள் உலகெங்கும் உள்ள ஆய்வுக்கூடங்களில் செய்யப்பட்டன. முடிவுகளை முதலில் வெளியிட்டவர் அமெரிக்கர் ஹார்வி பாட் ஆவார்.

பின்னர், பிற பொருள்கள் அது போன்ற பரிசோதனைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டன. அவற்றில் சில ஸிஸ்டீன் கொடுத்தது போன்ற விளைவுகளைக் கொடுத்தன. ஆனால், எல்லாச் சந்தார்ப்பங்களிலும் கதிர்வீச்சுக்கு முன்னர்க் கொடுக்கப்பட்டால்தான் அவை பயனுள்ளவையாக இருந்தன. கதிர்வீச்சுக்குப் பின்பு சில வினாடிகளுக்குள்ளாகவே அவை வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட விலங்குகளுக்கு ஊசி மூலம் செலுத்தப்பட்ட போது சில சமயங்களில் அவை பாதுகாப்பு விளைவைத் தோற்றுவிப்பதற்குப் பதிலாக மரண வீதத்தை உயர்த்தின. கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட சுண்டெலிகளின் மரணம் எந்த அளவிற்கு செல்களின் மரபியல் சேதத்தைச் சார்ந்திருந்தது என்பதைக் கூறுவது அக்காலத்தில் கஷ்டமாக இருந்தது. எனவே, நாங்கள் அத்தகைய பரிசோதனைப் பட்டாணி வேர்களைக் கொண்டு செய்ய முடிவு எடுத்தோம். அவை கதிர்வீச்சுக்கு முன்பு ஸிஸ்டீன் கரைசலில் நனைக்கப்பட்டால், குரோமோசோம்

சார்ந்த சடுதி மாற்றங்கள் எண்ணிக்கையில் குறைவாக இருந்தன. ஆனால், அவை கதிர்வீச்சை உடனடியாகத் தொடர்ந்து ஸிஸ்டீனில் நனைக்கப்பட்டால், சுண்டெலிகளுடன் செய்த பரிசோதனைகளைப் போன்றே எந்த விளைவும் காணப்படவில்லை.

இருப்பினும், கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட செல்கள் மரபியல் சேதத்தில் இருந்து குணமடையும் திறனைப் பெற்றுள்ளன என்ற முடிவை எடுக்க இப்பரிசோதனைகள் போதவில்லை. அந்த ஆண்டுகளில் அனைவரும் தோடே மற்றும் ரீடு ஆகியோரின் முடிவுகளில் அக்கறை உடைவர்களாக இருந்தார்கள். இந்தப் பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானிகள், மொச்சை வேர்களை ஆக்ஸிஜன் உள்ள ஊடகத்திலும் ஆக்ஸிஜன் அற்ற ஊடகத்திலும் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தி இருந்தார்கள். வேர்களின் வளர்ச்சி மாற்றப்பட்டு, குரோமோசோம் சார்ந்த சடுதி மாற்றங்களின் எண்ணிக்கை அதிகரித்தது. ஆனால் ஆக்ஸிஜன் இல்லாத ஊடகத்தில் இந்த விளைவு மூன்றில் ஒரு பகுதியாகவே இருந்தது. அது 1947இல் நடந்தது. இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு அவர்கள் எக்ஸ்-கதிர்களுக்குப் பதிலாக ஆல்பா கதிர்களை உபயோகப்படுத்தித் தங்கள் பரிசோதனையை மீண்டும் செய்தார்கள். விளைவுகளை ஆக்ஸிஜன் பாதிக்கவில்லை.

தோடே மற்றும் ரீடினால் பெறப்பட்ட விவரம், தண்ணீரைக் கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்துவதன் விளைவைப் பெரிதும் ஒத்திருந்தது. தண்ணீரை எக்ஸ்-கதிர்களின் வீச்சுக்கு உள்படுத்தும்போது கணிசமான அளவு ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு வெளியிடப்படுகிறது என்றும் ஆல்பா கதிர்வீச்சு அவ்வாறு வெளியிடுவதில்லை என்றும் உறுதியாக நிலைநாட்டப்பட்டு இருந்தது. ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு ஒரு தீவிரமான ஆக்ஸீகரணி என்பதையும் செல் அமைப்புகளுக்குச் சேதம் விளைவிக்கக்கூடியது என்பதையும் நினைவுபடுத்திக்கொள்ள வேண்டும். இது ''மறைமுகக் கதிர்வீச்சு விளைவுகள்'' கோட்பாடு என்று அழைக்கப்படும் ஒரு கோட்பாட்டைத் தோற்றுவித்தது. இது விரிவாகப் பிரச்சாரம் செய்யப்பட்டது. கதிர்வீச்சுச் செயலின் விளைவாகத் தண்ணீர் மூலக்கூறுகள் (உயிருள்ள செல்லில் இவையே பெரும் பகுதியாக உள்ளன) தீவிரமான செயல் புரியும் இரசாயன

விளைபொருள்களை (ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடை மட்டுமல்ல) தோற்றுவிக்கின்றன. அது உயிரியல் விளைவைக் கொண்டுள்ளது என்பதே அக்கோட்பாட்டின் சாரமாகும்.

இந்தக் கண்ணோட்டத்தின் அடிப்படையில் ஸிஸ்டீனின் செயலை விளக்குவது எளிதாக இருந்தது. அதற்குத் தண்ணீரின் சேதத்தால் விளையும் பொருள்கள்பால் மிகுந்த இணைத்திறன் இருந்தது. அவை அதனுடன் இணைகின்றன. இது அவற்றின் விளைவைக் குறைக்கிறது. வினைத்திறனுள்ள பொருள்களின் ஆயுள்காலம் வினாடிகளின் சிறு பின்னமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. எனவே, கதிர்வீச்சுக்குப் பின்பு ஸிஸ்டீனின் செயல் அற்ற தன்மை அக்கோட்பாட்டிற்கு இயந்ததாக இருந்தது.

ஆனால், பல கதிர்வீச்சு உயிரியலாளர்களால், 'மறைமுக விளைவிற்கு' ஒதுக்கப்பட்ட அளவிற்கு மீறிய பெரும் பங்கினை மறுத்த விவரங்கள் காலப்போக்கில் சேகரம் அடைந்தன. சேதத்தில் இருந்து செல் குணம் அடைவதை ஸிஸ்டீன் ஊக்குவிக்கிறது என்பதைக் கொண்டும் அதன் விளைவை விளக்கலாம். கதிர்வீச்சுக்குப் பிறகு அதன் விளைவு இல்லாதிருப்பதற்கு முதலில் ஏற்படும் சேதம் வெகு விரைவிலேயே செப்பனிடப்பட முடியாதபடி போவதே காரணம் என்றும் அதை விளக்கலாம். எனவே, நம்புதற்கரிய ஓர் எண்ணம் எங்களுக்குத் தோன்றியது. ஸிஸ்டீனைக் கதிர்வீச்சுக்குப் பின்பு, ஆனால் சேதம் அதிகரிப்பதைக் கனிசமான விளைவு தாமதப்படுத்தும் நிலைமைகளின்கீழ் ஏன் உபயோகிக்கக் கூடாது?

வாழ்க்கைக் கிரியைகள் மிகவும் மெதுவாக நடைபெறும் விதை எங்கள் கருத்தைப் பரிசோதிப்பதற்கு மிகச் சிறந்த பொருளாக எங்களுக்குத் தோன்றியது. அதில் சேதமும், மிகவும் மெதுவான வேகத்தில்தான் அதிகரிக்க வேண்டும். அந்தப் பரிசோதனைகள் செய்வதற்கு எளிதானவையாக இருந்த போதிலும், அவற்றை நாங்கள் ஒவ்வொரு நாளும் தள்ளிப் போட்டுக்கொண்டே வந்தோம். ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடும் மக்கள் தங்களால் நிறைவேற்றப்படுவதற்கான வாய்ப்புகளைவிட அதிகமான கருத்துகளைக் கொண்டு இருக்கிறார்கள். நாங்கள் வேறு எந்த ஆராய்ச்சியையும் செய்ய வேண்டி இல்லாதிருந்ததால், நாங்கள் இந்தப் பரி

சோதனைகளை நீண்ட நாள்களுக்கு முன்பே தொடங்கி இருப்போம். ஆனால், எங்கள் கருத்து நல்லதாகத் தோன்றிய போதிலும் தோல்வி அடைந்து விடுவோமோ என்ற அச்சமே எங்களுக்கு இருந்தது என்பதை ஒப்புக்கொள்ளத் தான் வேண்டும்.

நாங்கள் இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் முன்னர்ப் பெறப் பட்ட பழைய விதைகளை எடுத்து, அவற்றை இரண்டு தொகுதிகளாகப் பிரித்தோம். ஒன்றை ஸிஸ்டீன் கரைச லிலும், மற்றொன்றை ஒப்பிடுவதற்காகத் தண்ணீரிலும் ஊற வைத்தோம். செல்களில் மரபியல் மாற்றங்களின் எண் ணிக்கையை நாங்கள் எண்ணிய போது எங்கள் கண்களை எங்களால் நம்ப முடியவில்லை. அவற்றின் எண்ணிக்கையை ஸிஸ்டீன் ஆண்டுகளுக்குப் பின்னருங்கூட ஓரளவு குறைத்தி ருந்தது. புதிய கதிர்வீச்சுச் சாதனம் நிறுவப்பட்டு, கதிர் வீச்சிற்கும் ஊற வைத்தலுக்கும் இடையான காலம் இரண்டு ஆண்டுகளில் இருந்து இரண்டு நாள்களாகக் குறைக்கப்பட்ட போது விளைவு அதைவிட அற்புதமானதாக இருந்தது.

கதிர்வீச்சு மரபியல் சேதத்தில் இருந்து ஏதோ ஒரு வகையில் குணம் அடைய செல்கள் திறனுடையவையாக இருக்கின்றன என்பது இதன் பொருளா? அது அவ்வளவு எளிதானதாக இருக்கவில்லை. விஞ்ஞானத்தில் எந்த ஒரு கண்டுபிடிப்பிற்கும் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட விளக்கத்தைக் கொடுக்கலாம். கூடுதலான ஆதாரங்கள் எப்போதும் தேடப்பட வேண்டும். இங்கும் நாங்கள் மரபியல் சேதத்தில் இருந்து செல்கள் குணம் அடைய முடியும் என்ற முடிவை எடுப்பதற்குத் துணிவின்றி ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பரிசோ தனைகளைச் செய்தோம். அத்தகைய முடிவு, பொதுவான மற்றும் நீண்ட காலமாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட கருத்துக்கு முரணாக இருக்கும் என்பதால், நாங்கள் குறிப்பிடத் தக்க வகையில் முன் எச்சரிக்கையுடன் இருந்தோம்.

அப்போது நான் கோரோகோதினைச் சந்தித்து, அவ ரும் அதே போன்ற ஐயங்களால் அலைக்களிக்கப்படுகிறார் என்பதைத் தெரிந்துகொண்டேன். அவர் வேறு ஒரு பொரு ளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்து, வேறு வகையான பரி சோதனைகளைச் செய்து, அதே முடிவுகளை அடைந்திருந் தார் என்பது குறிப்பிடத்தக்க வகையில் பொருத்தமானதாக

இருந்தது. மேலும், எங்களது பரிசோதனைகள் ஒன்றிற்கு ஒன்று ஆதரவாக இருந்தன. விதைகளிலும் முனைகளிலும் மரபியல் மாற்றங்களைப் பரிசீலனை செய்வது எளிதானது. ஏனெனில், அவற்றில் பலவற்றை மைக்ரோஸ்கோப்பின் மூலம் நேரடியாகப் பார்க்க முடியும். ஆனால் அவற்றில் கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்தப்பட்ட செல்களின் தொடர்ச்சியான சந்ததிகளில் மாற்றங்களைப் பின்பற்றுவது மிகவும் கடினமாகும். யீஸ்டுகளைப் பொருத்த மட்டில் அவற்றினுடைய செல்களின் உள்ளே எதையும் காண முடியாது. அவற்றின் மரணம் மரபியல் மாற்றங்களின் விளைவே என்ற விவரங்கூட ஓர் அனுமானந்தான். ஆனால், அவற்றினுடைய செல்களின் தலைவிதியைத் தொடர்ந்து பரிசீலிப்பது எளிதானது. தேவையானால் அவற்றில் செல் வம்சாவளியைத் துல்லியமாக வரையவும் முடியும்.

யூரல் மலைகளின் ஓர் ஏரியின் கரையில் நாங்கள் செல்கள் குணம் அடைவது உண்மையிலேயே சாத்தியம் என்ற உறுதியான முடிவிற்கு வந்தோம். நாங்கள் இப்போது கோரோகோதினுடன் கூட்டாகப் புதிய பரிசோதனைகளைத் தொடங்கினோம்.

அபாயம் பின் வாங்குகிறது

மரபியல் மாற்றங்கள், குறிப்பாகக் கதிர்வீச்சினால் விளைபவை, திருப்பப்பட முடியாத வகையில் உடனடியாகத் தோன்றுகின்ற என்றும் அவை தோன்றுவதன் தகநிகழ்வைப் பாதிப்பது சாத்தியமற்றது என்றும் விஞ்ஞானிகள் பல ஆண்டுகளாகக் கருதி வந்தார்கள். இது உண்மையல்ல என்பது எங்களுக்கு உறுதியாயிற்று. எங்கள் பரிசோதனைகள் உடனடியாக நடைமுறைக்குப் பயன்படாதவை என்பது உண்மையே. உண்மையில் கதிர்வீச்சின் பெரிய அளவுகளுக்கு உள்படுத்தப்பட்ட பட்டாணி விதைகள் அல்லது யீஸ்டு செல்களில் சடுதி மாற்றங்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைப்பது எவருக்குத் தேவைப்படுகிறது? ஆனால், ஒரு வாய்ப்பைத் தத்துவார்த்த ரீதியில் நிறுவுவதே விஞ்ஞானத்தில் மிகவும் முக்கியமானது. அதைத்தான் நாங்கள் செய்து இருந்தோம். எங்களது ஆய்வுக்கூடப் பரிசோதனை

களில் மரபியல் சேதம் குறைக்கப்பட முடியுமேயானால், அதையே நோயாளிகளின் படுக்கைகளில் செய்வதற்கான செயல்முறைகள் காலப்போக்கிலே உருவாக்கப்படும்.

மானிடக் குலத்தின் நன்மைக்கு எங்களது தொண்டு என்று நாங்கள் கருதிய இதைப் பற்றி நாங்கள் மகிழ்ச்சி அடைந்தோம். ஆனால், கசப்பு மிக்க ஏமாற்றம் எங்களுக்கு ஏற்பட்டது. நாங்கள் எங்கள் கண்டுபிடிப்புகளைப் பற்றி மற்ற விஞ்ஞானிகளிடம் கூறியபோது அவர்கள் எங்களை நம்பவில்லை. எங்களது கண்டுபிடிப்புகள் சந்தேகத்திற்கு உள்ளாக்கப்படவில்லை. ஆனால், எங்கள் முடிவுகள் ஆட்சேபிக்கப்பட்டன. எங்கள் பரிசோதனைகளில் மரபியல் ரீதியில் சேதம் அடைந்த செல்களின் குறைவான எண்ணிக்கைக்கு அவற்றின் மரணமும் காரணமாக இருக்கலாம். முடிவாக, கதிர்வீச்சு செல் பகுப்பின் வீதம், தொடக்கச் சேதங்களின் எண்ணிக்கை போன்றவற்றைக் குறைத்திருக்கலாம்.

எனினும், நாங்கள் தொடர்ந்து வாதிட்டு, எங்களது எதிராளிகளின் சந்தேகங்களைப் போக்குவதற்காகப் பிற பரிசோதனைகளைச் செய்தோம். ஆனால், நாங்கள் பழைய சந்தேகங்களை மறுத்த போது அவர்கள் புதிய ஆட்சேபணைகளை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக எழுப்பினார்கள். நாங்கள் கோபம் அடைந்தோம். ஆனால், நாங்கள் கூறுவது சரி என்று உறுதியாக நம்பினோம். குறிப்பாக, தொடக்க மரபியல் சேதத்திலிருந்து செல்கள் குணம் அடைய முடியும் என்ற அதே முடிவிற்கு மேன்மேலும் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் வந்துகொண்டிருந்தமையால் அவ்வாறு நம்பினோம். பழைய தலைமுறையைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானிகள்தான் எங்களை மிகவும் வலுவுடன் எதிர்த்தார்கள். ஆனால், அவர்களுடைய கருத்துக்கு மிகுந்த செல்வாக்கு இருந்தமையால், அது மிகவும் முக்கியமானதாக இருந்தது.

அன்றிலிருந்து சில ஆண்டுகள் கழிந்து விட்டன. திரும்பிப் பார்க்கும் போது நான், அவர்களிடம் கோபமடைந்ததற்கு எங்களுக்கு எந்தக் காரணமும் இருக்கவில்லை என்பதைக் கண்கிறேன். எங்களது கருத்து உடனடியாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படவில்லை என்பதும் மேன்மேலும் அதிகமான சான்று தேவைப்பட்டது என்பதும் இயற்கையின் நியதியே. ஏனெனில், அது சடுதி மாற்றங்களின் செயல் முறை பற்

றிய அடிப்படைக் கருத்துகளுக்குச் சவால் விட்ட ஒரு முக்கியமான விஷயமாகும். நீண்ட காலம் வரை நாங்களே எங்கள் கண்களை நம்ப மறுத்த போது பிறரிடமிருந்து நாங்கள் வேறு எதை எதிர் பார்க்க முடியும்? நாங்கள் உடனடியாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பாததும் நன்மைக்கே. அந்த ஆட்சேபனைகள் புதிய பரிசோதனைகளைச் செய்யும்படியும் அப்பிரச்சினையின் பல்வேறு அமிசங்களைப் பற்றி—இவை சாதாரணமாக எங்களுக்குத் தோன்றி இராது—சிந்திக்கும் படியும் எங்களை நிர்ப்பந்தித்தன.

ஒரே மாதிரியான ஆராய்ச்சி பல்வேறு விஞ்ஞானிகளால் ஒரே சமயத்தில் நடத்தப்படுவது விஞ்ஞானத்தில் அடிக்கடி நிகழ்கிறது. மெண்டலுடைய விதிகளின் மறு கண்டுபிடிப்பு, கதிர்வீச்சின் சடுதி மாற்றம் ஊக்கும் விளைவின் கண்டுபிடிப்பு, இரசாயன சடுதி மாற்ற ஊக்கிகள், கதிர்வீச்சுக்கு எதிராக உயிரினங்களுக்கு இரசாயன பாதுகாப்பு அளிப்பதற்கான வாய்ப்பு இவை பொருத்து அவ்வாறுதான் நிகழ்ந்தது. தொடக்க மரபியல் சேதத்தில் இருந்து குணம் அடைவதற்கு செல்கள் கொண்டுள்ள திறனைப் பற்றிய கண்டுபிடிப்பிலும் அதுவே நிகழ்ந்தது. நாங்கள் இந்த முடிவை எடுக்க இருந்த காலத்தை ஒட்டி, கோரோகோதின், செல்களின் மரணத்திற்குக் காரணமான மாற்றங்கள் பற்றிய அவருடைய ஆராய்ச்சியில் அதே அளவு இக்கட்டான நிலையில் இருந்தார். இவை ஒரே நாணயத்தின் இரண்டு பக்கங்கள் ஆகும். ஆனால், அதோடு விஷயம் முடிந்து விடவில்லை. ஏறத்தாழ அதே சமயத்தில் நெதர்லாந்தில் ஸோபெல்ஸ் டிரோஸோபைலாவுடனும் பிரிட்டனில் அல்பெர் பாக்டீரியாவுடனும் அமெரிக்காவில் கிம்பால் இன்புஸோரியாவுடனும் ஆராய்ச்சி செய்து வந்தார்கள். அவர்கள் அனைவரும் (சில பிற விஞ்ஞானிகளுங்கூட) அதே முடிவிற்கு—தொடக்கக் கதிர்வீச்சுச் சேதத்தில் இருந்து குறிப்பாக மரபியல் சேதத்தில் இருந்து செல்களால் குணம் அடைய முடியும்—வந்தார்கள்.

செல் குணமடையும் பிரச்சினை இந்த வகையில் அதிர்ஷ்டம் செய்திருந்தது. ஒரு பக்கத்தில் பல விஞ்ஞானிகள் தன்னந்தனியாக ஒரே மாதிரியான ஆராய்ச்சிகளைத் தொடங்கிய ஒரு மட்டத்தை விஞ்ஞானத்தின் முன்னேற்றம் அடைந்திருந்தது. மற்றொரு பக்கத்தில், நேர் முகமான முதல் முடி

வுகள் அடையப்பட்டவுடனேயே, அவை தத்துவார்த்தத்திலும் நடைமுறையிலும் சுவையானவையாக இருந்தமையால், மேலும் பலர் அந்த ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டனர். அதன் விளைவாக, அடிப்படைப் பிரச்சினை இப்போது தெளிவாகி விட்டது. கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட செல்கள், தொடக்க மரபியல் சேதத்தில் இருந்து ஓரளவு குணமடைய உண்மையிலேயே திறனுடையவையாக உள்ளன. கதிர்வீச்சின் கொடுக்கப்பட்ட ஓர் அளவால் தூண்டப்படும் மரபியல் மாற்றங்களின் எண்ணிக்கையை நம் விருப்பப்படி குறைக்கவோ அதிகரிக்கவோ வழிகள் உள்ளன. தொடக்க மாற்றங்களின் தன்மை குணமடையும் செல் முறை ஆகிய பிரச்சினைகள் இன்னும் தெளிவடையவில்லை. ஆனால், அவை வெற்றிகரமாக ஆராய்ச்சி செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

இந்த விவரங்களின் நடைமுறை முக்கியத்துவத்தை எடுத்துக் கூற வேண்டியதில்லை. மரபியல் மாற்றங்களின் எண்ணிக்கையைக் குறைப்பதற்கான நமது திறன் உயர உயர, கதிர்வீச்சைச் சமாதான பூர்வமான நோக்கங்களுக்குப் பயன்படுத்துவதற்கான வாய்ப்பு மேன்மேலும் விரிவடைவதோடு விபத்துகளின் அபாயமும் குறைகிறது. பரிசோதனையில் இருந்து மருத்துவ சாலைக்கான பாதையைப் பொருத்த மட்டில் அது நீண்டதல்ல. கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்தப்பட்ட விலங்குகள் மற்றும் தாவரங்களைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நிவாரணிகள் ஏற்கெனவே நோயாளியின் அறையை அடைந்து விட்டன.

இது வரை நாம், செல்களில் மரபியல் சேதங்களைக் குறைப்பது பற்றியே கூறி வந்திருக்கிறோம், ஆனால் அதை அதிகரிப்பது சில சமயங்களில் பயனுள்ளதாக இருக்கலாம். வியப்பு அடையாதீர்கள். புற்று நோய் சிகிச்சை எனும் முக்கியமான தற்காலப் பிரச்சினையை நான் கருத்தில் கொண்டுள்ளேன்.

புற்று நோய் சிகிச்சைக்கு முதன்மையான சாதனங்களில் ஒன்று, அயனீகரணிக்கும் கதிர்வீச்சாகும். இதில் வியப்பு ஒன்றுமில்லை. புற்று நோய் செல்களும் மற்ற செல்கள் அனைத்தையும் போன்றவையே. ஆனால் அவை சற்று மாற்

றமடைந்த மரபியல் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. அதன் விளைவாக அவற்றின் பகுப்பு கட்டுப்பாட்டை மீறி விடுகிறது. மானிட உடலின் செல்களுக்குச் சேதம் விளைவிக்காமல் தீமை பயக்கும் கிருமிகளைக் கொல்லும் ஒரு மருந்தைக் கண்டுபிடிப்பது தத்துவார்த்த ரீதியில் எளிதே. ஆனால், புற்றுநோய்க் கட்டிகளைப் பொருத்துப் பிரச்சினை மிகவும் சிக்கலானதாக உள்ளது. ஏனெனில், ஆரோக்கியமான செல்களைப் பாதிக்காமல் நோய்ப்பட்ட மானிட செல்களைக் கொல்வது தேவைப்படுகிறது. அவை இரண்டும் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியாகி உள்ளன. புற்று நோய் செல்களுடைய பகுப்பின் விரைவு படுத்தப்பட்ட வீதமே அவற்றினையே உள்ள முதன்மையான வேற்றுமையாகும். இந்த வேற்றுமை தான் புற்றுநோய்க் கதிர்வீச்சு சிகிச்சையில் பயன்படுத்தப் படுகிறது.

செல்கள் மேன்மேலும் விரைவாகப் பகுப்படையும் போது அவை கதிர்வீச்சின் அழிவு விளைவினால் மேன்மேலும் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன என்று, கதிர்வீச்சின் உயிரியல் விளைவுகளை முதலில் ஆராய்ந்தவர்கள் கண்டார்கள். இப்புதிய கதிர்கள் புற்றுநோய் செல்களை அவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள ஆரோக்கியமான செல்களைவிட அதிகமாகப் பாதிக்கின்றனவா என்பதைக் கண்டுபிடிக்க ஓர் அடிதான் முன்னேற வேண்டி இருந்தது. பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டு இந்த அநுமானம் உறுதி செய்யப்பட்டது. அதிலிருந்து தொடங்கி, பல ஆண்டுகள் வரை புற்றுநோய்ச் சிகிச்சைக்கு இரண்டு நிவாரணிகள்தான் இருந்தன. கத்தி மற்றும் கதிர்வீச்சு, அதாவது புற்றுநோய்க் கட்டியை அறுவைச் சிகிச்சை மூலம் அகற்றுவது அல்லது கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்துவது அல்லது இரண்டையும் சேர்த்துச் செய்வது.

புற்றுநோய் செல்களின்மீது கதிர்வீச்சின் விளைவு மரபியல் சேதத்தின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. புற்றுநோய் செல்களைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்துவது குரோமோசோம் சார்ந்த பல சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவித்து செல்லின் மரணத்தை விளைவிக்கிறது. புற்றுநோய் செல்களின் மிகுந்த மறு வினைத் திறனை இது தெளிவாக்குகிறது. அவை விரைவாகப் பகுப்பு அடைவதால் மரபியல் சேதத்தில் இருந்து— இது செல் பகுப்பின் போதுதான் துல்லியமாக வெளிப்பாடு

அடைகிறது—குணம் அடைய அவற்றிற்குப் போதிய அவகாசமே இல்லை.

ஆனால், கதிர்வீச்சு புற்றுநோய் செல்களில் மட்டுமன்றிச் சாதாரண செல்களில் உள்ள குரோமோசோம்களையும்—குறைந்த அளவில்தான் என்றாலும்—பாதிக்கிறது. எனவே, புற்றுநோய் கட்டி ஒன்றை அழித்து, அதே சமயத்தில் அதைச் சூழ்ந்துள்ள சாதாரண திசுக்களுக்குத் தீமை விளைவிக்கிறது. இருக்கப் போதுமான கதிர்வீச்சின் அளவைத் தேர்ந்தெடுப்பது மிகவும் கஷ்டமாக உள்ளது. சில சமயங்களில் சாத்தியமற்றதாகவும் உள்ளது. இப்பிரச்சினைக்கான விடை இரண்டு வழிகளில் ஒன்றின் மூலம் பெறப்படலாம். சூழ்ந்துள்ள சதாராண செல்களின் மறு வினைத்திறனைக் குறைத்தல் மூலம் அல்லது புற்றுநோய் செல்களின் மறு வினைத் திறன் அதிகரிப்பதன் மூலம். எனவேதான், செல்களினுடைய மரபியல் அமைப்பிற்கு ஏற்படும் சேதத்தின் மட்டத்தை எவ்வாறு குறைப்பது என்பதோடு, நாம் விரும்பும்போது அதை எவ்வாறு அதிகரிப்பது என்பதையும் தெரிந்துகொள்வது முக்கியமாகும். மரபியலாளர்கள் இந்தத் திசையிலும் சில முன்னேற்றங்களை அடைந்துள்ளார்கள்.

ஆனால், செல்களின் இறப்பு மட்டுமே கதிர்வீச்சு மரபியலின் நடைமுறைப் பிரயோகத்தில் அடங்கி இருக்கவில்லை. பல சந்தர்ப்பங்களில் செல்களில் மரபியல் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கச் செய்யப்படும் முயற்சிகளின் நோக்கம் அவற்றை அழிப்பது அல்லவே அல்ல.

மனிதனின் நலனுக்காக

அது எவ்வாறு அப்படி இருக்க முடியும்? ஏனெனில், கதிர்வீச்சினால் உயிருள்ள செல்களில் விளைவிக்கப்படும் மாற்றங்களில் மிகப் பெரும்பான்மையானவை தீங்கானவை என்று நாம் கூறியுள்ளோம். அது உண்மைதான். ஆனால், தீங்கான மாற்றங்களோடு பயனுள்ள மாற்றங்களும் வெறும் தற்செயல் நிகழ்ச்சியாக எனவே அபூர்வமாகத் தோன்றுகின்றன. கதிர்வீச்சை, மரபியல் பண்புகள் மாற்

றுவதற்கு மட்டுமே பயன்படுத்தினால், நன்மை எதுவும் விளையாது. ஆனால் கதிர்வீச்சினால் விளையும் மாற்றங்களின் பண்பு பற்றி நாம் கூறியிருப்பது பிற காரணங்களால் விளையும் மாற்றங்களுக்கும் எந்த வகையான காரணமும் இன்றி விளைவது போலத் தோன்றும் மாற்றங்களுக்கும் சம அளவில் பொருந்தும். அவற்றில் மிகப் பெரும்பான்மையானவையும் தீங்கானவையாகத்தான் உள்ளன. ஆனால், பரிணாமப் போக்கில் இயற்கை தீங்கான மாற்றங்களை ஈவு இரக்கமின்றி அழித்து விடுகிறது. சில பயனுள்ள மாற்றங்கள் வலுப்படுத்தப்பட்டு, சந்ததிகளில் புனர் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

மனிதன் விலங்குகளின் புதிய கலப்பினங்களையும் தாவரங்களின் புதிய வகைகளையும் உருவாக்கும்போது அதையே குறுகிய காலத்தில் செய்கிறான். இயற்கையில் தாமாகவே தோன்றும் சடுதி மாற்றங்கள் அதற்குப் பயன் படுத்திக் கொள்ளப்படுகின்றன. அவற்றின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருக்கிறது. ஆனால், கதிர்வீச்சின் மூலம் அவற்றைப் பன் மடங்காகப் பெருக்க முடியும்.

இந்த வழியில் கதிர்வீச்சு தேர்வுப் பணிக்குத் தேவையான மரபியல் வேறுபாடுகளைப் பெரிதும் அதிகரிப்பதைச் சாத்தியமாக்குகிறது. விவசாயப் பயிர்களின் வேறுபாடுகள், கதிர்வீச்சினால் ஏறத்தாழ ஆயிரம் மடங்கு அதிகரிக்கப் படுகின்றன என்று விஞ்ஞானிகள் கணக்கிட்டுள்ளார்கள். அது, தேர்விற்கான வாய்ப்புகளை எவ்வாறு விரிவுபடுத்துகிறது என்பதைக் கற்பனை செய்துகொள்வது எளிது.

ஆனால், அதுதான் முதன்மையான அநுகூலம் என்பதல்ல. சாஸ்திரீயமான தேர்வின் முதன்மையான கருவி கலப்பினப் பெருக்கமாகும். இரண்டு வகைகளின் பயனுள்ள பண்புகளை இணைப்பதற்காக அவை கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யப்படுகின்றன. இதில் கஷ்டம் என்னவென்றால், இரண்டு வகைகளும் ஏராளமான ஜீன்களைக் கொண்டுள்ளன. அவை கலப்பினச் சேர்க்கை செய்யப்பட்டவுடனேயே ஜீன்களின் பயனுள்ள தொகுப்புகள் கலைந்து விடுகின்றன. (மெண்டலீயப் பிரிவு) கலப்பினச் சந்ததி இரண்டு பெற்றோர்களையும்விடக் கீழ்த்தரமானதாக உள்ளது. மூதாதைத் தாவரங்களை உருவாக்குவதற்குச் செலவிடப்பட்ட முயற்சிகள்

அநேகமாக அனைத்துமே வீணாகி விடுகின்றன. மீண்டும் பணியைத் தொடங்க வேண்டியிருக்கிறது.

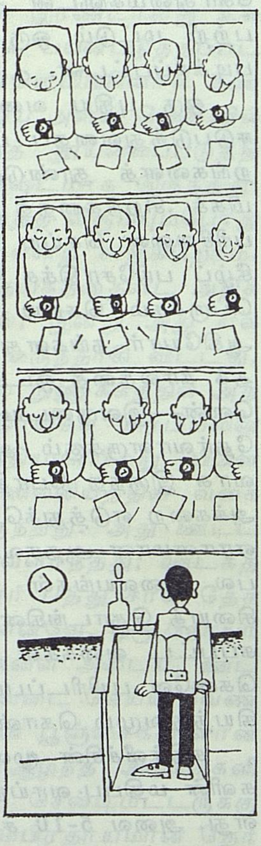
செயற்கைச் சடுதி மாற்றங்கள் வேறு வகையைச் சேர்ந்தவை. வியத்தகு வகை ஒன்றுக்குப் பல சந்தர்ப்பங்களில் ஒரே ஒரு பண்புதான் இல்லாமலிருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, எல்லா வகையிலும் சிறந்த கோதுமை அல்லது பார்லியின் ஒரு வகை சாய்ந்து விடும் தன்மையைக் கொண்டிருக்கலாம். அல்லது ஒரு நோய்க்கு எதிர் திறன் இன்றி இருக்கலாம். அதைத் தேவையான பண்பைக் கொண்ட மற்றொரு வகையுடன் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்வது அதைக் கெடுத்து விடலாம்.

இப்போது நாம் அதைக் கலப்பினச் சேர்க்கையின்றிச் செய்ய முடியும். செம்மைப்படுத்தப்பட வேண்டிய வகையின் விதையைக் கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்திப் பல சடுதி மாற்றங்களை உண்டாக்கலாம். அவற்றில் பெரும்பான்மையானவை தீமை பயப்பனவையாக இருக்கும். ஆனால், ஆயிரத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு அத்தாவரத்தின் நல்ல பண்புகளைப் பாதிக்காமல், தேவைப்படும் புதிய பண்பைக் கொடுக்கலாம். கதிர்வீச்சுக்கு உள்படுத்துவதில் நவீன முறைகளைக் கொண்டு தேர்ந்தெடுப்பதற்குத் தேவையான பல்லாயிரக்கணக்கான சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டுவது கடினமல்ல. எப்படியிருந்த போதிலும் முயற்சி முடிவுக்கு இயைந்ததே.

கதிர்வீச்சுத் தேர்வு ஓர் இளம் விஞ்ஞானமாகும். கதிர்வீச்சின் சடுதி மாற்றந் தூண்டும் விளைவுகள் இருபதுகளின் இடைக்காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன , என்பதைக் கொண்டு பார்க்கும்போது அது விநோதமாகத் தோன்றலாம். பெரும்பான்மையான சடுதி மாற்றங்கள் தீங்கானவை என்பதை அறிந்திருந்த பல விஞ்ஞானிகள் தேர்வில் கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்துவது அவ்வளவு சிறந்த முடிவுகளைக் கொடுக்காது என்று கருதினார்கள்.

கதிர்வீச்சுத் தேர்வின் முக்கியத்துவத்தை முதலில் உணர்ந்தவர்கள் சோவியத் மரபியலாளர்கள் ஆவார்கள். விவசாயப் பயிர்களின்மீது ஆராய்ச்சிகள் ஒடெஸ்ஸாவில் எ.சபீஜின்னாலும் கார்கோவில் எல். டிலோன்னாலும் 1927-28லேயே தொடங்கப்பட்டன. விரைவில் எக்ஸ் கதிர் சடுதி

மாற்றச் செயல்முறை, மாபெரும் இயற்கைவியலாளரான இவான் மிச்சூரினின் கவனத்தைக் கவர்ந்தது. விளைவுகள் விரைவிலேயே கிடைத்தன. எடுத்துக்காட்டாக, கோதுமை மற்றும் பார்லியில் நூற்றுக்கணக்கான வெவ்வேறு கதிர்வீச்சுச் சடுதி மாற்ற உயிரிகள் உருவாக்கப்பட்டதை 1938இல் டிலோன் அவித்தார். ஏறத்தாழ அதே சமயத்தில் ஏ. லுத்கோவ் பார்லி மற்றும் பட்டாணியிலும் எம். தெர்னோவ்ஸ்கி புகையிலையிலும் பல சடுதி மாற்ற வகைகளை உருவாக்கினர். அவற்றில் சில வாணிப முக்கியத்துவம் கொண்டிருந்தன.



1965, ஜனவரியின் இறுதியில் மாஸ்கோ பல்கலைக்கழகத்தில் விலங்குகள், தாவரங்கள் மற்றும் நுண் உயிர்களில் செயற்கை முறையில் சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவித்தல்பற்றிய கருத்தரங்கு ஒன்று நடைபெற்றுள்ளது. நிகழ்ச்சிநிரல் நீண்டதாக இருந்தது. ஒவ்வொரு பேச்சாளருக்கும் பத்து நிமிடங்களே ஒதுக்கப்பட்டன. கருத்தரங்கு காலையிலும் மாலையிலும் ஒரே சமயத்தில் நடைபெற்ற மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருந்த போதிலும் அறிக்கைகள் அனைத்தையும் கேட்பதற்கு ஆறு நாள்கள் பிடித்தன.

விவாதிக்கப்பட்ட பிரச்சினைகள் பற்றிய தெளிவான கருத்தை அந்த அறிக்கைகளின் சுருக்கம் கொடுக்கிறது. முக்கியமான எல்லா விவசாயப் பொருள்களிலும் கோதுமை மக்காச்சோளம், பருத்தி, சூரியகாந்தி, பக்வீட், பல மொச்சை வகைச் செடிகள், காய்கறிகள், பழ மரங்கள், அழகுச் செடிகள் — கதிர்வீச்சுத் தேர்வு செய்யப்பட்டிருந்தது. அது துண்டு துண்டான ஆராய்ச்சியாகவும் இருக்கவில்லை.

கோதுமைகளுடன் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளைப் பற்றி மட்டும் ஒரு டஜனுக்கும் மேற்பட்ட ஆய்வுரைகள் படிக்கப்பட்டன.

ஒரு புதிய வகையை உருவாக்கி அதை உற்பத்தியில் ஈடுபடுத்துவதைப் பல ஆண்டுகள் பிடித்தது. சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டுவிப்பது மட்டும் போதாது. அவற்றில் மிகச் சிறந்ததைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும், விரிவாகப் பரிசீலனை செய்ய வேண்டும், வெவ்வேறு நிலைமைகளின் கீழ்ப் பரிசோதிக்க வேண்டும். போதுமான அளவில் இனப் பெருக்கம் செய்ய வேண்டும். சிபிஜின் மற்றும் டிலோன் ஆகியோர் தங்களது பரிசோதனைகளைத் தொடங்கிய அந்தக் காலத்தை ஒட்டி, சுவீடன் விஞ்ஞானியாகிய குஸ்டாப்ஸென்—இவருடைய பெயர் ஒவ்வொரு மரபியலாளருக்கும் தேர்வாளருக்கும் அவர்களுடைய ஆராய்ச்சித் துறை எதுவாக இருந்த போதிலும் தெரியும்—கதிர்வீச்சுத் தேர்வில் அக்கறை எடுத்துக்கொண்டார். காலப்போக்கிலே அவருக்கு ஏராளமான ஆதரவாளர்களும் சீடர்களும் கிடைத்தார்கள். பல நிலையங்கள் இப்பிரச்சினையைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியைத் தொடங்கின. கதிர்வீச்சு முறைகள் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட வகைகள் சுவீடனில் பெரும் நிலப்பரப்பில் ஏற்கெனவே பயிரிடப்பட்டு வருவதுடன் பெரும் வாணிப முக்கியத்துவமும் கொண்டுள்ளன.

கதிர்வீச்சின் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட விவசாயப் பயிர்களின் மதிப்பு வாய்ந்த வகைகளின் நீண்ட பட்டியலே உள்ளது. அவை 5-10 சத விகிதம் சில சமயங்களில் அதைவிட அதிகமான விளைச்சலைக் கொண்டுள்ளன. ஆனால், கதிர்வீச்சு மரபியலும் தேர்வும் இதைவிட அற்புதமான விளைவுகளைக் கொடுத்திருக்கின்ற மற்றொரு துறையை நாம் கவனிப்போம்.

பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானியும் மருத்துவருமான அலெக்ஸாந்தர் பிளெமிங் 1928இல் வியத்தகு கண்டுபிடிப்பைச் செய்தார். பெனிஸில்லியம் (Penicillium) எனும் பேரினத்தைச் சேர்ந்த ஒரு பூஞ்சைக்காளான் கிருமிகளைக் கொல்லும் ஒரு பொருளை உற்பத்தி செய்கிறது என்று அவர் நிலை நாட்டினார். இப்பொருள் இன்று அனைவருக்கும் பெனிஸில்லீன் எனும் பெயரால் தெரிந்துள்ளது. ஆனால் அது 1928

லேயே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட போதிலும் இரண்டாவது உலகப் போரின்போதுதான் நடைமுறையில் பயன்படுத்தப்பட்டது. குறிப்பாக இதற்குக் காரணம் பிளெமிங்கினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பூஞ்சைக்காளான், சிறிய அளவு பெனிஸில்லீனையே உற்பத்தி செய்தது. அதைத் தூய்மைப்படுத்தி வாணிப ரீதியில் உற்பத்தி செய்வது கஷ்டமாக இருந்தது. நாம் ஒரு பொருளின் மதிப்பை வலியுறுத்த விரும்பும்போது அது எடைக்கு எடை தங்கம் பெறும் என்ற கூறுகிறோம். பெனிஸில்லீனின் முதல் தயாரிப்புகள் தங்கத்தைவிட அதிகமான விலை கொண்டிருந்தன. ஆனால், இன்று அது எல்லாருக்கும் கிடைக்கக்கூடிய சாதாரண மருந்தாகி விட்டது.

பெனிஸில்லீன் தயாரிக்கும் தொழில் நுணுக்கத்தில் அத்தகைய விரைவான முன்னேற்றம் கதிர்வீச்சு மரபியலின் முறைகளைப் பயன்படுத்தியதால் சாத்தியமாயிற்று. பிளெமிங்கினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பெனிஸில்லியத்தின் வகை ஒரு பாதகமான பண்பைக் கொண்டிருந்தது. அது ஊட்ட ஊட்டத்தின் மேல் பரப்பில் மட்டுமே வளர்ந்தது; ஊடகத்தின் ஒரு கன சென்டிமீட்டருக்குச் சுமார் பத்து சர்வ தேச அலகு பெனிஸில்லீனைக் கொடுத்தது. எனவே, ஒரு நோயாளிக்குத் தேவையான மில்லியன் அலகுகளை அடைய, ஊடகத்தில் 50 சதுர மீட்டர் பரப்பை அறுவடை செய்ய வேண்டியிருந்தது. முடிவாக இந்த அற்புதமான பூஞ்சைக்காளான் செம்மைப்படுத்தப்பட்டு ஊடகத்தின் ஆழ்ந்த அடுக்குகளிலும் வளரும்படி செய்யப்பட்டு, கன சென்டிமீட்டருக்கு 250 அலகுகளைக் கொடுத்தது. அது சம்பிரதாயமான தேர்வின் மூலம் செய்யப்பட்டது. பின்னர் எவ்வளவோ முயற்சி செய்துங்கூடப் பூஞ்சைக்காளானின் தன்மையில் அபிவிருத்தி ஏற்படவில்லை.

நியூயார்க் நகருக்கு அருகில் உள்ள கோல்டு ஸ்பிரிங் ஹார்பரில் ஒரு சிறிய மரபியல் ஆய்வுக்கூடம் இருந்தது. மிலான் டெமெரெக் பல ஆண்டுகள் வரை அதன் இயக்குநராக இருந்தார். அவர், டிரோஸோபைலாவின்—எந்த வாணிப மதிப்பும் அற்ற ஒரு பொருள்—மரபியல் பற்றிய (குறிப்பாகக் கதிர்வீச்சு மரபியல் பற்றிய) ஆராய்ச்சிகளால் உலகப் புகழ் பெற்றார்.

டெமெரெக் ஒரு நுண்ணுயிரியியலாளரோ மருத்துவரோ அல்ல. ஆனால், கதிர்வீச்சு மரபியல் பற்றிய அவரது அநுபவமும் அறிவும் பெனிஸில்லீனுக்கு மிகுந்த முக்கியத்துவமுடையவையாக இருந்தன. அவர் டிரோஸோபைலாவுடன் செய்த பரிசோதனைகளால் மெருகேற்றப்பட்ட தனது திறமையைப் பயன்படுத்தி, எக்ஸ் கதிர்களின் உதவியுடன் பூஞ்சைக்காளானின் புதிய வகை ஒன்றை உருவாக்கினார். அதன் உற்பத்தித் திறன் மூல வகையின் 200 சத விகிதமாக இருந்தது. பல ஆண்டுகள் வரை இந்த வகையே பெனிஸில்லீன் உற்பத்தித் தொழிலில் முதன்மையானதாக இருந்தது. விளைச்சலில் 200 சத விகித உயர்வு என்பது தாவரத் தேர்வின் முன்னர் என்றும் கண்டிராததாக இருந்தது. அது இயற்கையே. ஏனெனில், முதலாவதாகத் தாவரக் கலப்பின வளர்ப்பாளர்கள் ஏற்கெனவே பல நூற்றாண்டுகளாகத் தேர்விற்கு உள்படுத்தப்பட்டு வந்த தாவரங்களைக் கையாள வேண்டி இருக்கிறது. அவற்றைக் கணிசமான அளவில் செம்மைப்படுத்துவது கஷ்டமாக உள்ளது. இரண்டாவதாக, விவசாயப் பயிர்களின் தேர்வு பல பண்புகளைக் கருத்தில் கொண்டு செய்யப்பட வேண்டும். ஆனால், நுண் உயிர் எதிர் பொருளை உற்பத்தி செய்பவற்றில் பொதுவாக ஒரு பண்பே முக்கியமானதாக உள்ளது.

பெனிஸில்லீன் பற்றிய ஆராய்ச்சி தொடர்ந்தது. வகைகள் அனைத்தும் பொதுவாக ஒரு குறைபாட்டைக் கொண்டிருந்தன. அவை பெனிஸில்லீனோடு மஞ்சள் நிறம் ஒன்றையும் உற்பத்தி செய்தன. பெனிஸில்லீனைத் தூய்மைப் படுத்துவது செலவு மிகுந்ததாக இருந்ததோடு மதிப்பு வாய்ந்த விளைபொருளின் ஒரு பகுதி இக்கிரியையின் போது விரயமாயிற்று. மஞ்சள் நிறமியை உற்பத்தி செய்யாத ஒரு சடுதி மாற்றம் புற ஊதாக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தியதன் மூலம் கிடைத்தது. ஆனால், அது குறைந்த அளவு பெனிஸில்லீனைக் கொடுத்தது. எனினும், இவ்வகையில் பல புதிய சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டியதன் மூலம் முந்தைய உற்பத்தித் திறனை அடைவதும், அதை முஞ்சுவதும் சாத்தியமாயிற்று. முடிவாக அமெரிக்கத் தேர்வாளர்கள் ஊடகத்தின் ஒரு சதுர சென்டிருட்டருக்கு 3,000 அலகுகள் கொடுத்த (இதைப் பிளெமிங்கின் மூல வகையால் உண்டாக்

கப்பட்ட பத்து அலகுகளுடன் ஒப்பிடுங்கள்) ஒரு வகையை உருவாக்கினார்கள்.

நுண் உயிர் எதிர்ப் பொருளை உற்பத்தி செய்யும் உயிரினங்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதன் முக்கியத்துவத்தைச் சோவியத் விஞ்ஞானிகள் தொடக்கத்தில் இருந்தே உணர்ந்திருந்தார்கள். ஸோஸ் அலிகானியானின் மேற்பார்வையின் கீழ் ஒரு தேர்வு ஆய்வுக்கூடம் நுண் உயிர் எதிர்ப்புப் பொருளுக்கான அனைத்து யூனியன் கழகத்தில் அமைக்கப்பட்டது. டெமெரக்கைப் போன்றே அலிகானியானும் போருக்கு முன்பு டிரோஸோபைலாவின் மரபியலில் ஆராய்ச்சி செய்திருந்தார். அதனுடன் அவர் பெற்ற அநுபவம் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருந்தது. ஆய்வுக்கூடம் ''புதிய கலப்பினம்'' என்று அழைக்கப்பட்ட ஒரு புதிய பெனிஸில்லீன் வகையை உருவாக்கியது (கதிர்வீச்சின் மூலமாகத்தான்) என்று கூறினாலே போதும். மிகச் சிறந்த அமெரிக்க வகை 3,000 அலகுகளை ஈன்ற போது இந்த வகை 5,000 அலகுகள் வரை ஈன்றது. அலிகானியானும் அவரது சகாக்களும் பெனிஸில்லீனில் ஆராய்ச்சி செய்ததோடு மட்டும் அல்லாமல், நுண் உயிர் எதிர்ப் பொருள்களை உற்பத்தி செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் பெரும்பான்மையான பிற பூஞ்சைக் காளானின் தன்மைகளையும் செம்மைப்படுத்தினார்கள். எடுத்துக்காட்டாக, அவர்கள் எக்ஸ்-கதிர்களைப் பயன்படுத்தி ஆல்போமைஸீனின் உற்பத்தியை ஆறு மடங்கு உயர்த்தினார்கள்.

விவசாயப் பயிர்களின் தேர்வு, நுண் உயிர் எதிர்ப் பொருள்களின் உற்பத்தி இவை மட்டுந்தான் கதிர்வீச்சு மரபியலில் அற்புதமான விளைவுகளைக் கொடுத்த, இன்னும் கொடுத்துக்கொண்டிருக்கின்ற துறைகள் என்பதல்ல. வைட்டமின்கள் (குறிப்பாக முக்கியமான வைட்டமின் B_{12}), பிற மதிப்பு வாய்ந்த உணவுப் பொருள்கள் மற்றும் தொழில் நுணுக்கப் பொருள்கள் ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்யும் நுண் உயிர்களைக் கொண்டும் அத்தகைய பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டன. கதிர்வீச்சு மரபியலின் நுணுக்கங்களைப் பயன்படுத்தி ஒருவரால், நோய் உண்டாக்கும் வைரஸ்கள் மற்றும் நுண் உயிர்கள் இவற்றின் மாற்றவும் 'உயிருள்ள' வாகனங்களை உண்டாக்

கவும் முடியும். விவசாயப் பயிர்களைத் தாக்கும் பூச்சிகளில் மரணம் விளைவிக்கும் சடுதி மாற்றங்களைத் தூண்டி, அவற்றை இனப்பெருக்கம் அடையச் செய்து இயற்கைச் சுற்றுப்புறத்தில் விடுவிப்பதன் மூலம் அவை தாமாகவே அழியும் ஒரு கிரியைத் தொடங்கி வைக்கலாம்.

கதிர்வீச்சு மரபியலால் திறந்துவிடப்பட்டுள்ள பல வாய்ப்புகளில் இவை சிலதாம். 1920களில் மரபியலாளர்கள் அமெரிக்காவில் முல்லெரும் ஸ்டாட்லெரும் சோவியத் யூனியனில் நாட்ஸனும் பிலிப்போவும் செய்த கண்டுபிடிப்புகளைப் போன்று மனிதனுக்குப் பயனுள்ளவையாக இருக்கும் வேறு கண்குபிடிப்புகள் இல்லை என்று நாம் ஏற்கெனவே கூறலாம். அனைவரிலும் பெரிய தொண்டு முல்லெரால்—இப்போது நோபல் பரிசு பெற்றவர்—செய்யப்பட்டது என்ற போதிலும் கதிர்வீச்சின் சடுதி மாற்றம் ஊக்கும் விளைவைக் கண்டுபிடித்ததில் முதல் உரிமை லெனின்கிராடைச் சேர்ந்த இரண்டு அமைதியான ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு—நாட்ஸன் மற்றும் பிலிப்போவ்—உரித்தானது.

தம்மைத் தாமே இனப் பெருக்கம் செய்துகொள்ளும் மூலக்கூறுகள்

ஓர் எதிர்பாராத பாராட்டு

1953இல் அமெரிக்க விஞ்ஞானியாகிய வாட்சனும் பிரான்ஸிஸ் கிரிக்கும் ஒரு சிறிய கட்டுரையை வெளியிட்டார்கள். அது உலகம் அனைத்தையும் கலக்கியது. அந்தப் புதிய கட்டுரை அநேகமாக மரபியலாளர்கள் அனைவருடையவும் உயிர் இரசாயனவியலாளர்கள் அனைவருடையவும் சில கணிதவியலாளர் மற்றும் பௌதிகவியலாளர் ஆகியோருடையவும் கவனத்தைக் கவர்ந்தது. வாட்சன் மற்றும் கிரிக்கின் அந்தக் கட்டுரைதான் மூலக்கூறு மரபியல் எனும் புதிய விஞ்ஞானத்தைத் தொடக்கிவைத்தது என்று ஏற்கெனவே பலர் கூறி வருகின்றனர். விரைவில் (1962இல்) வாட்சனுக்கு விஞ்ஞானத்தின் மாபெரும் பாராட்டாகிய நோபல் பரிசு அளிக்கப்படும்.

ஆனால், மாஸ்கோவில் நடைபெற்ற 5வது அனைத்துலக உயிர் இரசாயன மாநாட்டின் போது முதன்மையான கதாநாயகராக இருந்தவர் வாட்சனோ பிற பிரமுகர்களோ அல்ல. இன்று ஒரு புதிய பெயர்—நிரென்பெர்க்—எல்லாராலும் கூறப்பட்டது. காங்கிரஸில் அவருடைய அறிக்கை மரபியலாளர்களையும் உயிர் இரசாயனவியலாளர்களையும் ஒரே அளவு கிளர்ச்சி அடையச் செய்தது. அது உங்களுக்கு விநோதமாகத் தோன்றலாம். ஆனால் மரபியலும் உயிர் இரசாயனவியலும் தனித்தனியாக வாழ்ந்தது. அந்தக் காலத்திற்குள்ளாக மிக சமீபத்தில்தான் என்றாலும் முடிந்து விட்டது.

சில ஆண்டுகளுக்கு முன் மரபியலாளர்கள், பண்புகள் உருவாவதில் உள்ளார்ந்துள்ள உயிர் இரசாயனக் கிரியைகளைக் கணக்கிலெடுத்துக்கொள்ளலாமலேயே பிரிதல் விதி

கள், பிணைப்பு, ஆதிக்கம், ஜீன் பரிமாற்றம் இவற்றை ஆராய்ந்து வந்தார்கள். உயிர் கிரியைகளின் இரசாயனத்தை ஆராய்ந்து வந்த உயிர் இரசாயனவியலாளர்கள், அவர்கள் பங்கிற்கு, உயிர் இரசாயனவியலில் அமைப்புகள் மற்றும் கிரியைகள் ஆகியவை மரபு ரீதியில் கட்டுப்படுவதைப் பற்றி அக்கறையற்று இருந்தார்கள். மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் பொருளாயத அடிப்படையாகிய ஜீனின்மேல் தங்கள் கவனத்தைச் செலுத்திய போது உயிர் இரசாயனவியலாளர்களின் அக்கறை, உயிர்ச் செயல்களின் அடிப்படையாகிய புரதங்களின்மேல் செலுத்தப்பட்டிருந்தது.

ஆனால், உயிர் வாழ்பனவற்றின் உயிர் இரசாயன அமிசங்கள், ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன் மெண்டல், பல்வேறு வகைப் பட்டாணிகளைக் கலப்பினச் சேர்க்கை செய்த பரிசோதனைகளில் இருந்து கண்டுபிடித்த விதிகளின் அடிப்படையில் சுவீகரித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன என்பதைச் சுட்டிக் காட்டிய விவரங்கள் மேலும் மேலும் அதிகமாகச் சேகரிக்கப்பட்டன. முன்னர் முற்றிலும் உறவற்றிருந்த விஞ்ஞானங்களில் இணைப்பால் உயிர் இரசாயன மரபியல் எனும் ஒரு புதிய விஞ்ஞானம் பிறந்தது. சென்ற கால மரபியலாளர்கள் தங்களது ஜீன் வரைபடங்களில் புறப் பண்புகளைக்—இலைகளின் வடிவம் அல்லது கண்ணின் நிறம்—குறித்தது போலவே நவீன கால மரபியலாளர்கள் (உயிர் இரசாயனவியலாளர்களுங்கூட) உயிர் இரசாயனப் பண்புகளுக்குப் பொறுப்பான ஜீன்களைக் குறிக்க ஆரம்பித்தார்கள்.

மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி பற்றிய குரோமோசோம் கோட்பாட்டின் வளர்ச்சியில் தலையாயப் பங்கு டிரோஸோபைலாவால் வகிக்கப்பட்டது; உயிர் இரசாயன மரபியல் நியூரோஸ்போரா எனும் பூஞ்சைக்காளானால் வகிக்கப்பட்டது. வெளித் தோற்றத்திற்கு இந்தப் பூஞ்சைக் காளான் சாதாரண ரொட்டிக் காளானைப் போல உள்ளது. ஆனால் அது அடிப்படையாகச் சர்க்கரை, உப்பு, பையோடின் என்ற ஒரே ஒரு வைட்டமின் இவற்றைக் கொண்ட மிக எளிய செயற்கை ஊடகத்தில் வளரும் திறன் உடையது. கதிர்வீச்சுக்கோ இரசாயன சடுதி மாற்ற ஊக்கிகளுக்கோ உள்படுத்தப்பட்டால், நியூரோஸ்போரா அடிப்படை ஊடகத்தில் வசிக்கும் திறமையற்ற சடுதி மாற்றங்களைத் தோற்

றுவிக்கிறது. அது தன்து வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாத் ஏதோ ஒரு பொருளை உற்பத்தி செய்யும் திறனை இழந்து விட்டது என்பதே இதன் பொருள். பூஞ்சைக்காளான் பொருளை உற்பத்தி செய்யும் முறையை ''மறந்துவிட்டது'' என்பது உயிர் இரசாயனப் பரிசோதனைகள் மூலமும் அவ் வாறு விளைகின்ற குறைபாட்டின் மரபியல் அடிப்படை எது என்பதும் கலப்பினச் சேர்க்கை மூலமும் அறிந்துகொள் ளப்பட்டன.

இந்தப் பரிசோதனைகள் விஞ்ஞானிகளை வியத்தகு ஒரு முடிவிற்கு இட்டுச் சென்றன. இதைத் தெளிவு படுத்த நாம் நியூரோஸ்போராவுடன் செய்யப்பட்ட பரிசோதனை வரிசை ஒன்றை—இது போல் பல சோதனைகள் செய்யப் பட்டன—பரிசீலனை செய்வோம்.

வளர்ச்சிக்கு ஊடகத்துடன் ஆர்கினீனைச் சேர்க்க வேண் டிய பல சடுதிமாற்றங்கள் தோன்றின. ஆர்கினீன் என்பது பல புரதங்களின் உள்பகுதியாக உள்ள ஓர் அமினோ அமில மாகும். இந்தச் சடுதி மாற்றங்களின் விரிவான பரிசீலனை அவற்றில் சிலவற்றிற்கு ஆர்கினீனை மட்டுமே சேர்ப்பது தேவைப்படுகிறது, வேறு எதுவும் அல்ல என்பதைத் தெளிவு படுத்தியது. வேறு சில அவ்வளவு கண்டிப்பாக இருக்கவில்லை. அதற்கு (ஆர்கினீனுக்கு) நெருங்கிய உறவு டைய சிட்ருல்லீனைச் (Citrulline) சேர்க்க—வேறு எதையும் அல்ல—அநுமதித்தன. முடிவாக ''ஆர்கினீன்'' (Arginine) சடுதி மாற்றத்தில் மூன்றாவது வகை ஆர்கினீன் மற்றும் சிட்ருல்லீன் இவற்றைச் சேர்த்தால் மட்டுமன்றி—மூன்றா வது பொருளாகிய ஆர்னிதீனையும் சேர்த்தால்தான்— வளர்ச்சி அடைந்தது.

இது அதாகவே சுவை மிக்கதாக இருந்திருக்காது. ஆனால், உயிருள்ள செல்களில் சிட்ருல்லீனிலிருந்து ஆர்கி னீனும் ஆர்னிதீனிலிருந்து சிட்ருல்லீனும் ஆர்னிதீன் சிட் ருல்லீன் ஆர்கினீன் என்ற வரிசையில் உண்டாக்கப்படுகி றது என்பதை உயிர் இரசாயனவியலாளர்கள் அறிந்து இருந் தார்கள். சடுதி மாறங்களின் முதல் வகை — சிட்ருல்லீ னை ஆர்கினீன் ஆக மாற்றும் திறமையையும் இரண்டாவது வகை ஆர்னிதீனை சிட்ருல்லீன் ஆக மாற்றும் திறமையையு யும் மூன்றாவது வகை எளிய பொருள்களில் இருந்து ஆர்னி

தீனை உற்பத்தி செய்யும் சக்தியைக்கூட இழந்து விட்டது என்றும் அநுமானிக்கப்பட்டது.

செல்களில் உயிரியல் மறு வினைகள் அனைத்தும் நொதிகள் எனப்படும் சிக்கலான புரதங்களால் கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு நொதியும் ஒரு மறு வினைக்கு மட்டுமே பொறுப்பானது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒன்று ஆர்னிதீனைச் சிட்ருல்லீன் ஆக மாற்றுகிறது, மற்றொன்று சிட்ருல்லீனை ஆர்கினீன் ஆக மாற்றுகிறது. எனவே, ஒவ்வொரு சடுதி மாற்றத்திலும் செல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியை உற்பத்தி செய்யும் திறனை இழக்கின்றன என்று மேற்கண்ட பரிசோதனைகளின் முடிவுகளை விளக்கலாம்.

ஆனால், சடுதி மாற்றம் என்பது ஜீனின் ஒரு மாற்றமாகும். எனவே, மேலே குறிப்பிட்டது போன்ற பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் விஞ்ஞானிகள் ஒரு ஜீன் ஒரு நொதித் தேற்றம் எனும் கருதுகோள் ஒன்றைச் செய்து கொண்டார்கள். ஒரு குறிப்பிட்ட நொதியை உற்பத்தி செய்வதே ஒரு ஜீனின் பணியாகும் என்பதே அதன் சாரம். இந்தத் தேற்றம் பல பரிசோதனைகளால் உறுதி செய்யப்பட்டுள்ளது.

நாம் இப்போது பிரச்சினையின் உள்கருவுக்கு வருவோம். நொதிகள் புரதங்களாக இருப்பதால், ஒரு செல் கண்டிப்பாக நிர்ணயிக்கப்பட்ட புரத மூலக் கூறுகளை எந்தக் குறிப்பிட்ட வழியிலே செய்கிறது என்பதே மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியினுடைய இரசாயனத் தன்மையின் பிரச்சினையாகும். மாஸ்கோ காங்கிரசுக்கு அளித்த தனது அறிக்கையில் நிரென்பெர்க் இப்பிரச்சினையைப் பற்றிப் பெரிதும் தெளிவுபடுத்தினார். மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் ஆனா ஆவன்னாவைக் கண்டுபிடிப்பதிலும் புரத அமைப்பின் வரைதிட்டங்கள், வேறு வழியில் சொன்னால், மரபியல் பண்புகள் அனைத்தினுடைய வரைதிட்டங்கள் எவ்வாறு ஜீன்களில் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன என்ற புதிரை விடுவிப்பதிலும் அவர் முதல் அடியை எடுத்து வைத்தார்.

மரபியலின் வரலாறு மற்றும் முன்னேற்றம் பற்றிய ஒரு நூலில் இந்த ஆராய்ச்சிகளைக் கவனிக்காமல் விட்டுச் செல்வது சாத்தியமல்ல. இந்த ஆராய்ச்சிகள்தான் விஞ்ஞானிகள் இந்த அனைவருடைய கவனத்தையும்—அவர்களுடைய

விசேடத் துறை எதுவாக இருந்த போதிலும்—மரபியலின் பால் ஈர்த்துள்ளன. இந்த ஆராய்ச்சிகள்தான், குணப்படுத்த முடியாத நோய்களில் இருந்து விடுதலையையும் புதிய தாவரச் சிற்றினங்களையும் புதிய இரசாயனத் தொழில் நுணுக்கங்களையும் இன்னும் பல சாதனங்களையும் பெற மனித குலத்திற்கு உத்திரவாதம் அளிக்கின்றன. ஆனால் அவற்றிற்கான பாதை நெடியதாக உள்ளது.

உருவமும் உள்பொருளும்

உயிரின் முதன்மையான உருவங்களுக்கும் நிகழ்வுகளுக்கும் ஒரு பௌதிக இரசாயன விளக்கத்தைக் கொடுப்பதை விடக் கவர்ச்சிகரமானதாக வேறு எது இருக்க முடியும்? இங்கே உயிரியலுக்கும் பௌதிக இரசாயன விஞ்ஞானங்களுக்கும் இடையான எல்லைகளில் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கு மிகவும் செழிப்பான நிலம் ஆகும். புகழ் பெற்ற பௌதிகவியலாளரான ஆஸ்வால்டின் நூல்கள் ஒன்றில் நி.கோல்த்ஸேவ் சில சொற்களைப் படித்தார். அவை அவரது எஞ்சிய ஆயுள் காலம் வரை அவருடைய மனத்திலே பதிந்திருந்தன. ஆஸ்வால்டு, தனித்தனி விஞ்ஞானங்களை அறியாமைக் கடலிலே சிதறிக் கிடக்கும் கண்டங்களுக்கும் தீவுக் கூட்டங்களுக்கும் ஒப்பிட்டார். இந்தத் தனித்தனி நிலத் துண்டுகளை உறுதியான பூசந்திகளின் மூலம் இணைப்பதே இயற்கைவியலாளர் ஒருவரின் மகோன்னதமான குறிக்கோளாக இருக்க முடியும் என்று அவர் எழுதினார். இந்தக் குறிக்கோளைக் கோல்த்ஸேவ் தனது சொந்த இலக்கு ஆக்கிக்கொண்டார்.

முதலில் உருவத்திற்கும் உள்பொருளுக்கும் இடையான தொடர்பு தெளிவாகத் தோன்றியது போல—இது விநோதமாகக் காணப்படினும்—இருந்தது. ஸ்லீடெனைப் பொருத்த மட்டில் தாவர செல் என்பது உண்மையிலேயே ஒரு செல்லாக இருந்தது. அதற்கு உருவம் அளித்த செல் சுவரை அவர் ஒரு செங்கலாக, அதன் முதன்மையான அங்கமாகக் கருதினார். ஒரு பூரிதக் கரைசலிலிருந்து படிகங்கள் வெளிப்படுவது போல செல்கள் தளப் பொருளில் இருந்து படிகமடைகின்றன என்று ஷ்வான் கருதினார். இவை அதிக் காலக் கருத்துகள் என்பதைக் கூறுவது தேவையில்லை.

ஆனால் அதன் அக தர்க்கத்தை, அதாவது உருவம் எனும் கருத்து உள்பொருள் என்ற கருத்தில் இருந்து பிரிக்கப்பட முடியாதது என்பதை ஒருவர் ஏற்றுக்கொள்ள வேண்டும்.

பின்னர் செல்லையே பற்றிய ஆராய்ச்சி தொடங்கியது. நியூக்ளியஸ் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது, மேன்மேலும் விவரங்கள் ஆராயப்பட்டன. செல் அங்கத்தினுடைய இரசாயன அமைப்பு பற்றி மேலும் விரிவான விளக்கம் கொடுக்கப்பட்டது. அது விஞ்ஞானத்திற்குப் பிரம்மாண்டமான முன்னேற்றமாக இருந்தது என்பது உண்மையே. ஆனால் உருவம் மற்றும் உள்பொருள் எனும் பிரச்சினைகளுக்கு இடையே பிளவு என்ற பெரும் விலை அதற்குக் கொடுக்கப்பட வேண்டியிருந்தது. எடுத்துக்காட்டாக, மாக்ஸ் ஷுல்ட்ஸ், செல் சுவரையும் நியூக்ளியஸையுங்கூடத் தேவையற்றவை என்று ஒதுக்கி விட்டு, உயிர்ப் பண்புகள் அனைத்தையும் தாங்கி இருப்பது புரோடோப்ளாசமே என்ற கோட்பாட்டை உருவாக்கினார். அது விபரீதமானதாகத் தோன்றுகிறதா? ஆனால் அன்றிலிருந்து ஐம்பதிற்கும் அதிகமான ஆண்டுகள் —எத்தகைய அரை நூற்றாண்டு அது—கழிந்துள்ளன என்பதை மறந்து விடாதீர்கள். பின்னர், சேம்பெர்ஸ், சைடோபிளாசத்தில் உள்ள பொருள்கள் அனைத்தையும் ஸென்ட்ரிப்யூஜ் (Centrifugation) மூலம் அகற்றி விட்டு, ''உயிருள்ள பொருளான'' புரோடோப்ளாசத்தை மட்டும் பரிசீலனை செய்து ஆராய்வதுதான் மிகச் சிறந்தது என்று கூறினார். (கூறியபடியே செய்யவும் செய்தார்) எஞ்சி நின்ற உருவமற்ற கொலாய்டு (Colloidal) கரைசலே உயிரின் அடிப்படை என்று அவர் கூறினார்.

உருவம் மற்றும் உள்பொருள் என்ற கருத்துகளை இணைக்க, ஆனால் ஷ்லீடென் மற்றும் ஸ்வானின் காலத்தில் சாத்தியமாக இருந்ததைக்காட்டிலும் ஓர் உயர்ந்த மட்டத்தில் இணைக்க நிகோலாய் கோல்த்ஸேவ் முடிவெடுத்த போது இருந்த பின்னணி அதுதான். 1904இல் அவர் செல்களின் உருவத்தை அவற்றின் பௌதிக-இரசாயனப் பண்புகளின் அடிப்படையில் விளக்கி ஒரு கோட்பாட்டை முன்வைத்தார். இந்தக் கோட்பாட்டைப் பற்றியும் அதன் அடிப்படையாக இருந்த ஆராய்ச்சியைப் பற்றியும் படிப்படியாக அடைந்த அங்கீகாரத்தைப் பற்றியும் உங்களுக்குக் கூறு

வது மிகவும் சுவையுள்ளதாக இருக்கும். ஆனால், அது நம்மை நம்முடைய முதன்மையான விஷயத்திலிருந்து வெகு தொலைவு இட்டுச் செல்லும். ருஷ்யப் புரட்சிக்குப் பின்பு அவரது நடவடிக்கைகளைப் பற்றிச் சில சொற்கள் கூற வேண்டும்.

உயிரியல் ஆராய்ச்சிக் கழகம் ஒன்றை அமைக்க வேண்டும் என்ற கனவை கோல்த்ஸேவ் வெகு நாள்களாகக் கண்டு வந்தார். அத்தகைய கழகங்கள் அப்போது ருஷ்யாவில் இருக்கவில்லை. பல்கலைக் கழகப் போதனையுடன் சேர்த்தப்பட்டு வந்தது. கோல்தஸேவின் கனவுப் புரட்சியை உடனடியாகத் தொடர்ந்து ஈடேறியது. பரிசோதனை உயிரியல் கழகம் 1917லேயே நிறுவப்பட்டது. 1920 ஜனவரி 1 லிருந்து சுகாதார அமைச்சகத்தின் ஆராய்ச்சித் தொகுப்பில் ஒன்றாகியது. அக்கழகம் விஞ்ஞானத்தின் எல்லைகளில் ருஷ்யாவின் முன்னேற்றம் மெதுவாக இருந்த ஒரு துறையில் கவனத்தைச் செலுத்துவதைத் தனது அடிப்படைக் கடமையாகக் கொள்ள வேண்டுமென்று கோல்த்ஸேவ் விரும்பினார். அத்துறை ருஷ்யாவில் இன்னும் விரிவான அங்கீகாரத்தைப் பெற்றிராது இருந்த மரபியல் ஆகும். பழைய தலைமுறையைச் சேர்ந்த உயிரியலாளர்கள் அதன்பால் பகைமை பாராட்டினார்கள். கால்நடை வளர்ப்பு, நீண்ட நாள்களுக்கு முன்பே காலங்கடத்து போனதாகி விட்ட லாமார்க்கிய கருத்துகளில் ஊறிக் கிடந்தது. உயர்ப் பள்ளிகள் எது ஒன்றும் பொது மரபியல் பாடங்களைப் போதிக்கவில்லை. மார்கனிசம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதிலிருந்து முழுமையாகப் பத்து ஆண்டுகள் கழிந்து போயிருந்த பின்னரும் அதைப் பற்றி அநேகமாகத் தெரியாமலே இருந்தது.

கோல்த்ஸேவ் தனது கடமையை அற்புதமாகச் சமாளித்தார். புதிய கழகம் விரைவிலேயே உலகப் புகழ் பெற்றது. பழைய தலைமுறையைச் சேர்ந்த சோவியத் மரபியலாளர்களில் பெரும்பான்மையானோர் அங்கே பயிற்றுவிக்கப்பட்டார்கள். அதனுடைய நடவடிக்கைகளின் பயனாகச் சோவியத் யூனியன் இரண்டாம் உலகப் போர் தொடங்க இருந்த காலத்தில் அமெரிக்காவுடன் சேர்ந்து உலக மரபியலில் தலையான இடத்தைப் பெற்றது. அந்தக் காலக் கட்டந்தான் கழகத்தின் சிறந்த நாள்களாகவும் அதனுடைய இயக்

குநரின் வாழ்வில் மகிழ்ச்சி மிக்ககாலக் கட்டமாகவும் இருந்தது.

அந்த ஆண்டுகளில் மரபியல், கோல்த்ஸேவ் ஒரு மாணவராக மென்ஸ்பீர் மற்றும் கொல்லியின் அறிக்கைகளின் ஒவ்வொரு சொல்லையும் ஆர்வமுடன் செவிமடுத்துக்கொண்டிருந்த இயற்கையாளர் மற்றும் வைத்தியர்களின் காங்கிரஸின் சமயத்தில் அது இருந்த குழந்தைப் பருவத்தைக் கடந்துவிட்டது. நமது முந்திய அத்தியாயங்களில் இருந்து நீங்கள் ஏற்கெனவே தெரிந்துகொண்டுள்ள பல சிறப்பான நிகழ்ச்சிகள் நடைபெற்று விட்டன. மெண்டலின் விதிகள் மீண்டும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டன. அது நவீன மரபியலைத் தோற்றுவித்தது. செல் மரபியலும் குரோமோசோம் கோட்பாடும் உருவாக்கப்பட்டு விட்டன. செல் அமைப்பையும் பகுப்பையும் பற்றியும் மென்ஸ்பீரின் ஆய்வுரையில் விவரிக்கப்பட்டு இருந்த விஷயங்கள் இப்போது ஒவ்வொரு பாடப் புத்தகத்திலும் காணப்பட்டன. குரோமோசோம்களின் புற அமைப்பு ஓரளவு நன்கு தெரிந்திருந்தது. மரபுக் குணத் தொடர்ச்சியின் பொருளாயத அடிப்படைகள் பற்றிய பிரச்சினையும் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் பொருளின் பௌதிக இரசாயனத் தன்மையும் எந்த நாளிலும் கண்டுபிடிக்கப்படலாம் என்ற நிலைமை ஏற்பட்டது.

தானே இரட்டிக்கும் மூலக்கூறுகள்

1927 டிசம்பர், 12இல் லெனின்கிராடில் விலங்கியலாளர்கள், உடற்கூறியலாளர்கள், உள்ளமைப்பியலாளர்கள் ஆகியோரின் 3வது அனைத்து யூனியன் காங்கிரஸின் அதிகாரப் பூர்வமான தொடக்க விழாவின்போது அது நடந்தது. கோல்த்ஸேவ் பேசும்படி கேட்டுக்கொள்ளப்பட்டிருந்தார். அவர் தேர்ந்தெடுத்த பொருள் ''புற அமைப்பியலின் பௌதிக-இரசாயன அடிப்படைகள்'' என்பதாகும். அவரும், பிற இளைஞர்களும் ஒரு காலத்தில் மென்ஸ்பீரின் சொற்பொழிவை ஆர்வமுடன் கேட்டது போல இப்போது இளைஞர்களின் ஒரு புதிய தலைமுறை அவருடைய ஒவ்வொரு சொல்லையும் கவனமாகக் கேட்டது. அவர் மேடையின்மீது ஏறித் தனது புகழ் பெற்ற சொற்பொழிவைத் தொடங்கினார்:

''தலைவர் அவர்களே, ஆராய்ச்சியாளர்களே, நமது காங்கிரஸின் தொடக்க நிகழ்ச்சியில் பேசும்படி அழைத்துக் கௌரவித்ததற்காக நான், ஸ்தாபன கமிட்டிற்கு எனது நன்றியை முதற்கண் தெரிவித்துக்கொள்கிறேன். இது எனக்குப் பெரிதும் மகிழ்ச்சி அளிப்பதாகும். இந்த நிகழ்ச்சிக்குப் பிறகு காங்கிரஸின் பணி தொடங்கும். பிரதிநிதிகள் தங்களுடைய சொந்த விசேட ஆராய்ச்சிகளைப் பற்றி அறிவிப்பார்கள். ஆனால், இப்போது நாம் அனைவரும் ஒரு கணம் நமது விசேட துறைகளை ஒதுக்கி வைத்து விட்டு உயிரியலின் விரிவான பிரச்சினைகளைப் பற்றிக் காண்போம். மாபெரும் பௌதிக இரசாயனக் கண்டத்திற்கும் உயிரியல் தீவுகளின் கூட்டங்களுக்கும் இடையே பாலம் அமைக்க நான் முயற்சிப்பேன். சில சமயங்களில் எனக்குப் போதுமான கட்டுமானப் பொருள்கள் கிடைக்காதிருக்கலாம். அப்போது ஒரு படகை உபயோகிக்கவோ, இயற்கை விஞ்ஞானம் எனும் ஆகாய விமானத்தின் மூலம் நீரைக் கடக்கவோ கூட என்னை அனுமதியுங்கள். பௌதிக இரசாயனவியலுக்கும் உயிரியலுக்கும் இடையான தொடர்பு பற்றிய பிரச்சினை மிகவும் அகன்றதான இருப்பதால், அவற்றிடையே ஒரு தொடர்ச்சியான பாலத்தைக் கட்டுவது இன்னுங்கூட இன்று நமது சக்திகளுக்கு அப்பாற்பட்டதாக உள்ளது''.

கோல்த்ஸேவ் தனது வாதங்களுக்கு ஆதரவளிக்கும் கணக்கீடுகள், சூத்திரங்கள், நுண்புகைப் படங்கள் இவற்றைக் காட்டி ஒரு நீண்ட உற்சாகமூட்டும் சொற்பொழிவை நிகழ்த்தினார்.

மடிக்கும்போது அவர் புரதத்தின் அமைப்பு பற்றிக் கூறினார். இதைப் பற்றி அப்போது நமக்கு எதுவுமே தெரிந்திருக்கவில்லை. அவர் வெளியிட்ட கருத்துகள் எந்த அளவில் உண்மைக்கு அருகு இருந்தன என்பது வியக்கத்தக்கதே. அவர் குறிப்பாகப் புரத மூலக்கூறுகளின் பல தரப்பட்ட வகைகளைப் பற்றிக் கூறினார். அவற்றின் அமைப்பு, அமினோ அமிலங்களால் ஆன பாலிபெப்டைடு (Polypeptide) சங்கிலிகளின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது என்று அவர் சரியாக யூகித்தார். அதற்கு எடுத்துக்காட்டாக, அவர் ஹெப்டாகெய்டெகாபெப்டைடின் (Heptakaidecapeptide)

17 வெவ்வேறு வகை அமினோ அமிலங்களைக் கொண்ட சங்கிலிச் சூத்திரத்தைக் குறிப்பிட்டார்.

ஒரு சொல்லின் பொருள் எவ்வாறு அதிலுள்ள எழுத்துகளை மட்டுமன்றி அவற்றின் வரிசையையும் சார்ந்துள்ளதோ, அது போலவே புரத மூலக்கூறுகளின் பண்புகள், அவற்றின் பொதுவான உள் அமைப்பு மற்றும் அவற்றினுடைய பகுதிகளின் பரஸ்பர விநியோகம் இரண்டையும் சார்ந்துள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, BAT மற்றும் TAB, FLOW மற்றும் WOLF ஆகிய சொற்கள் ஒரே மாதிரியான எழுத்துகளால் ஆக்கப்பட்டிருந்தாலும் முற்றிலும் வெவ்வேறு பொருளுடையன. 17 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்ட ஒரு சங்கிலியைப் பல்வேறு வகைகளில் கலைத்து அமைப்பதன் மூலம் எத்தனை வெவ்வேறு வகை மூலக்கூறுகளைப் (இவை Isomers எனப்படுகின்றன) பெற முடியும் என்று அவர் கணக்கிட்டு இருந்தார். முடிவு பிரமிப்பு ஊட்டுவதாக இருந்தது—ஏறத்தாழ ஒரு மில்லியன் மில்லியன்.

ஒரு மில்லியன் மில்லியனைக் கற்பனை செய்துகொள்வது சாத்தியமற்றது. கோல்த்ஸேவ் அதைப் பின் வருமாறு விளக்கினார்: ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்தையும் குறிக்க ஒரே ஓர் எழுத்தை மட்டும் பயன்படுத்தி, ஒரு ஹெப்டா கெய்டெகாபெப்டைடு அடைய ஒரு மில்லியன் மில்லியன் ஐஸோமீர்களின் சூத்திரங்களை அவற்றின் மிக எளிய வடிவிலே அச்சிட வேண்டுமானால், உலகில் உள்ள அத்தனை அச்சகங்களும் ஆண்டுதோறும் 100 அச்சுப் பக்கங்களைக் கொண்ட 50,000 தொகுதிகளை அச்சிட்டாலுங்கூட அந்தப் பணியை முடிப்பதற்கு உலகின் பூகர்ப்பவியல் வரலாற்றில் மிக பழைய காலமாக ஆர்கியன் காலத்தில் இருந்து இன்று வரை கழிந்துள்ள ஆண்டுகள் பிடிக்கும்.

கோல்த்ஸேவ் அவருடைய கணக்கீட்டிற்கு இன்றைய தரங்களைக் கொண்டு பார்க்கும் போது சிறிய மூலக்கூறு ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டார். புரதங்களில் பெரும்பான்மையானவை 17 அன்றி நூற்றுக்கணக்கான அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டுள்ளன. இந்தச் சிக்கல் விஞ்ஞானத்தின் முன்னே பிரம்மாண்டமான ஒரு பணியை வைக்கிறது.

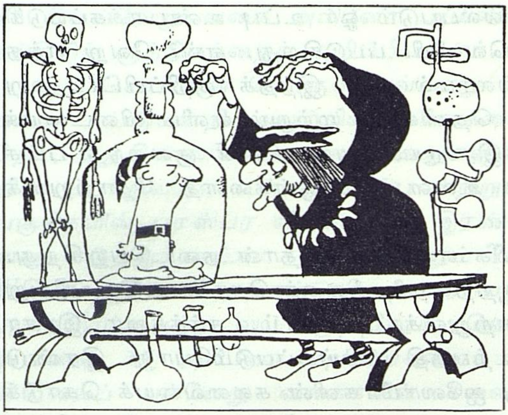
ஓர் உலோகத்தின்மீது ஓர் அமிலத்தை நீங்கள் ஊற்றினால், நுரைக்கும் திரவம் ஆவியாகும். ஒரு மெல்லிய

படலம் விட்டுச் செல்லப்படும் ஓர் உப்பு உண்டாக்கப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் வெளியிடப்படுகிறது. ஏன்? வேறு எந்த மறு வினையும் இல்லாமல் ஏன் இந்தக் குறிப்பிட்ட மறு வினை? விஞ்ஞானம் தெளிவான மற்றும் எளிய விடையைக் கொடுக்கிறது. ஓர் இரசாயன மறு வினை குறைந்த பட்ச சுயேச்சை ஆற்றல் உள்ள பொருள்களைத் தோற்றுவிக்கிறது.

ஆனால், அது மிக எளிய நிலைதான் நடைபெறுகிறது. ஒரே மாதிரியான ஆற்றல் வீதத்தைக் கொண்ட வெவ்வேறு பொருள்களும் தோற்றுவிக்கப்படலாம். சர்க்கரை இரசாயன முறையிலே உற்பத்தி செய்யப்படும்போது இரண்டு வகைகளின் அல்லது ஐஸோமீர்களின் கலவையைக் கொடுக்கிறது. துருவப்படுத்தப்பட்ட ஒளியில் அவை வெவ்வேறு வகையில் நடந்துகொள்கின்றன. வெவ்வேறு வடிவுடைய படிகங்களை உண்டாக்குகின்றன. ஆனால் அதே சர்க்கரை உயிருள்ள செல்களில் உற்பத்தி செய்யப்படும்போது ஒரே ஒரு ஐஸோமீர்தான் தோன்றுகிறது. ஒரு மறு வினையை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையிலே வழிப்படுத்தும் புரத வகைப் பொருள்களை—நொதிகளை—உயிருள்ள செல்கள் கொண்டுள்ளன.

புரதங்கள் போன்ற அத்தகைய சிக்கலான மூலக்கூறுகள் எவ்வாறு உருவாகின்றன? இது விடுவிப்பதற்குக் கடினமானதாக இருந்தது. அவற்றினுடைய அமைப்பு ஆற்றல் நிலைமைகளை மட்டுமே சார்ந்திருக்குமானால், நம்புதற்கரிய வகை மூலக்கூறுகள் தோன்றும். ஒரே மாதிரியான இரண்டு மூலக்கூறுகளை உலகில் எங்குமே காண முடியாது. ஒரு வேளை நொதிகள் உதவுமோ? துரதிஷ்ட வசமாக இல்லை. அது அவ்வாறு இருக்குமேயானால், ஒவ்வொரு நொதியையும் (ஏனெனில் அதுவும் ஒரு புரதந்தான்) உற்பத்தி செய்ய செல்லில் மற்றொரு நொதி தேவைப்படும். இது போன்று முடிவற்றிருக்கும். ஓர் உயிருள்ள செல்லின் உள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை முடிவற்ற வகையில் பிரம்மாண்டமானதாக இருக்கும். இது ஒரு தெள்ளத்தெளிவான கேலிக்கூத்தாகும்.

எனில், பிரச்சினையை எவ்வாறு விடுவிப்பது? அது பொதுவாக உயிரின் புதிரையே விடுவிப்பதாகத்தான் உள்ளது



என்பதைக் காண்பது எளிது. அதனால்தான் அது அவ்வளவு கஷ்டமானதாக இருக்கிறதா? இயற்கை தனது மதிப்பு மிக்க இரகசியங்களை உறுதியுடன் பாதுகாக்கிறது. பின்னர் நிகோலாய் கோல்த்ஸேவ் அசாதாரணமான துணிச்சலுடைய ஒரு தேற்றத்தை முன் வைக்கிறார். விஞ்ஞானத்தின் வரலாற்றில் அதனுடைய இடத்தைப் பற்றிய ஒரு கருத்தைப் பெற நாம் காலத்தில் 300 ஆண்டுகள் பின்னோக்கிச் செல்ல வேண்டும்.

உயிர் தானாகவே தோன்றுகிறது என்பதில் ஆதிக்காலத்தவர் நம்பிக்கை வைத்திருந்தனர். ஈக்கள் அழுகிய இறைச்சியினாலும் சுண்டெலிகள் அழுக்குத் துணிகளாலும் உண்டாக்கப்படுகின்றன என்று கருதப்பட்டது. மிகச் சிறிய மனிதர்களைச் (Homunculus) செய்வதற்கான வழி தங்களுக்குத் தெரியுமென்று இரசவாதிகள் கூறினார்கள். அவர்கள் நம்பப்பட்டார்கள். ஏன் கூடாது? பைபிளின் அத்தாட்சி இருந்தது. தேனீக்கள் இறந்த சிங்கத்தின் குடலில் இருந்து பிறக்கின்றன என்று அதில் கூறப்பட்டுள்ளது. விஞ்ஞானத்தின் அத்தாட்சியைத் திருச்சபையின் அத்தாட்சிக்கு மேலாகக் கருதிய சிலருக்கு, அரிஸ்டாடில் சுய பிறப்பில் நம்பிக்கை வைத்திருந்தார் என்ற விவரம் இருந்தது. (இந்த மூட நம்பிக்கைகள் மிகுந்த வலிவுள்ளவையாக இருந்தமையால், அவற்றில் சில இன்னுங்கூடப் பொது ஜன நம்பிக்

கைகளிலும் சில அண்மைக்காலப் பாலி விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளிலும் நிலவுகின்றன).

உயிர் தானாகவே தோன்றுகிறது என்ற கோட்பாடு பதினேழாவது நூற்றாண்டில்தான் ஆட்டம் காணத் தொடங்கியது. பிளரானஸ் வைத்தியரும் புகழ்பெற்ற பௌதிகவியலாளர் டோர்ரிஸெல்லியின் நண்பருமான பிரான்ஸெஸ்கோ ரீடி பல நூற்றாண்டுகளாக நம்பப்பட்டு வந்ததை அதாவது ஈக்கள் அழுகிய இறைச்சியால் உண்டாக்கப்படுகின்றன என்பதைச் சந்தேகித்தார். அதைச் பார்ப்பதற்காக அவர் இன்று மிகவும் இயற்கையெனத் தோன்றுவதும், ஆனால் அன்று அசாதாரணமாக இருந்ததுமான ஒன்றைச் செய்தார். அவர் பரிசோதனை செய்தார். இறைச்சி ஈக்களுக்கு எதிராகப் பாதுகாக்கப்படுமேயானால், அதில் ''புழுக்கள்'' உருவாவதில்லை என்று அவர் கண்டு பிடித்தார். இறைச்சி பற்றிய ரீதியின் கட்டுரை 1668இல் வெளி வந்து, அவருடைய பெயரை நிரந்தரமாகப் புகழ் பெறச் செய்தது. விஞ்ஞான ஆய்வுரைகள் அன்று இலத்தீன் மொழியில் எழுதப்பட்டு வந்தன. ரீடி தனது கருத்துகளை ஆம்னி வைவம் எஸ் விவோ (Omne vivum ex vivo)—உயிர்கள் அனைத்தும் மற்றோர் உயிரிலிருந்தே தோன்றுகின்றன—என்ற சுருக்கமான இலத்தீன் தொடரில் சொன்னார். காலப்போக்கில் அவருடைய கருத்து உலகெங்கும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. பின்னர், பாஸ்சர், அதைக் கண்ணுக்குப் புலனாகாத உயிரினங்கள் அல்லது நுண்ணுயிர்களுக்கு விரிவுபடுத்தினார். உயிருள்ள உயிரற்றதால் தோற்றுவிக்கப்பட முடியாதது என்பது ரீடியின் கொள்கை. ஆனால், உயிருள்ளது எவ்வாறு உயிருள்ளதைத் துல்லியமாகத் தோற்றுவிக்கிறது?

ரீடி உயிர் வாழ்ந்து ஆராய்ச்சி செய்த காலத்தில் ''விலங்குகளின் உற்பத்தி'' ("Exercitationes de generatione animalium") என்ற தலைப்புடைய ஒரு சுவையான நூல் வெளி வந்தது. அதன் தலைப்புப் பக்கம் ஒரு சூட்சுமமான சித்திரத்தால் அலங்கரிக்கப்பட்டிருந்தது. அதில் இடிக்கடவுளான ஷீயூஸ் கையில் ஒரு முட்டையை வைத்துக்கொண்டு ஓர் அரியாசனத்தில் அமர்ந்திருக்கிறார். அந்த முட்டையிலிருந்து ஒரு சிலந்திப்பூச்சி ஒரு வண்ணத்துப் பூச்சி, ஒரு பாம்பு, ஒரு பறவை, ஒரு மீன் மற்றும் ஒரு

குழந்தை ஆகியவை வெளிப்பட்டுக்கொண்டிருந்தன. முட்டையின்மீது ஆம்னி வைவம் எஸ் ஓவோ (Omne vivum ex ovo)—உயிர் அனைத்தும் ஒரு முட்டையிலிருந்து வருகின்றன—என்ற சொற்றொடர் பொறிக்கப்பட்டிருந்தது. இது ரீடியின் சூத்திரத்திற்கு ஓர் இன்றியமையாத பிற்சேர்க்கையாகும். அந்த நூலின் ஆசிரியர் வில்லியம்ஹார்வி, சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ரத்த ஓட்டத்தைக் கண்டுபிடித்து விவரித்திருந்த அதே ஹார்வி ஆவார். ரீடி மற்றும் ஹார்வியின் கட்டுரைகள் விஞ்ஞானத்தின் தங்கள் கருவூலத்திற்குச் சொந்தமானவை. உயிரின் தோற்றம் பற்றிய அவர்களது கருத்துகளை விஞ்ஞானிகள் அனைவரும் அறிவார்கள். இப்போது எவரும் தங்கள் கட்டுரைகளை இலத்தின் மொழியில் எழுதாவிட்டாலுங்கூடச் சென்ற நூற்றாண்டின் விஞ்ஞானிகள், முதலில் செல் பகுப்பையும் நியூக்ளியஸ் பகுப்பையும் கண்டுபிடித்த போது அவர்களுடைய முடிவுகளை அதே முறையில் உருவகப்படுத்தினார்கள். ஆம்னி ஸெல்லுலா எஸ் ஸெல்லுலா (Omnis cellula ex cellula)—ஒவ்வொரு செல்லும் மற்றொரு செல்லிலிருந்து—மற்றும் ஆம்னி நூக்ளியஸ் எஸ் நூக்ளியோ (Omnis nucleus ex nucleo)—ஒவ்வொரு நூக்ளியஸும் மற்றொரு நூக்ளியஸிலிருந்து—என்று கூறினர்.

ஒரு புரதம், ஏதோஒரு புரதம் அல்ல, ஆனால், தேவையான குறிப்பிட்ட புரதம் எவ்வாறு செல்களில் உண்டாக்கப்படுகிறது என்பதைப் பற்றிக் கோல்த்ஸேவ் சிந்தித்தார். அவர், உயிரியலுக்கு மட்டுமன்றி, இரசாயனவியலுக்கும் பௌதிகவியலுக்கும்—இந்த விஞ்ஞானங்களோடு அவர் நல்ல பரிச்சயம் கொண்டிருந்தார்—கூடக் கடைத்திருந்த புள்ளி விவரங்கள் அனைத்தையும் சேகரித்து அதுவரை தெரிந்திருந்த செயல் முறைகள் அனைத்தையும் தன் மனத்தில் அலசிப் பார்த்து ஒவ்வொரு சமயத்திலும் ஒரே முடிவாகத்தான் வந்தார்: அது சாத்தியமே இல்லை!

ஆனால், அது சாத்தியமற்றதாக இருக்குமானால், உயிர் எவ்வாறு நமது கோளத்தில் வாழ்ந்து வளர்ச்சி அடைய முடியும்? உயிரினங்கள் தங்களுக்குத் தேவையான புரதங்களை எங்கிருந்து பெறுகின்றன? அந்த நிலையில் கோல்த்ஸேவ் அவருடைய புகழ் பெற்ற தேற்றத்தைச் சாத்தியமான

தும் தகுதியானதுமான ஒரே ஒரு தேற்றத்தை உருவாக்கினார். எதார்த்தமற்ற தேர்விற்கான தேவையைத் தவிர்ப்பதற்காகச் சிக்கலான மூலக்கூறுகள் ஏற்கெனவே உள்ள மூலக்கூறுகளின் படிவத்தில் கட்டப்பட வேண்டும். கோல்த்ஸேவ் இந்தக் கிரியையைப் படிகமாதலுடன் ஒப்பிட்டார். சமையல் உப்பின் கரைசல் ஒன்றில் விரவியுள்ள சோடியம் மற்றும் குளோரைடு அயனிகள் வளர்ந்துகொண்டிருக்கிற ஒரு படிகத்தின்மேல் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் பொருந்துவது போல அமினோ அமிலங்களும் அதற்கு இயைந்த அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டதும் ஏற்கெனவே உள்ளதுமான புதை மூலக்கூறுகளின் அதே மாதிரியான புள்ளிகளுடன் தொடர்புடைய ''கவர்ச்சியுள்ள'' புள்ளிகளைக் கொண்டுள்ளன. கடைசியாக அதுதான் விடையாக இருந்தது. அதனுடைய சரியான தன்மை பரிசோதனைகளின் மூலம் இன்னும் நிரூபிக்கப்படவில்லை. என்றாலும் அந்தப் புதிரான கிரியைக்கு அளிக்கப்பட்ட முதல் விளக்கம் அதுதான்.

இதுதான் கோல்த்ஸேவினுடைய அறிக்கையின் உச்சுக் கட்டமாக இருந்தது. பின்னர் அவர் பிரமிப்படைந்திருந்த பார்வையாளர்கள் முன்னே தொலைவீச்சுடைய ஒரு முடிவை வெளிப்படுத்தினார்.

தன்மயமாதல், படிகமாதலாக இருக்குமேயானால், புரத மூலக்கூறுகள் மிகுந்த முக்கியத்துவமுடைய ஒரு பண்பை, இதுவரை உயிரினங்களுக்கு மட்டுமே உரித்தானது என்று கருதப்பட்டு வந்த ஒரு பண்பை, உயிரினங்களுடன் பொதுவாகக் கொண்டுள்ளன. ஓர் உயிரினம் மற்றோர் உயிரினத்தில் இருந்து ஒரு முட்டையிலிருந்து தான் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது என்பதை நிலை நாட்ட நீண்ட காலம் பிடித்தது. ஆம்னி வைவம் எஸ் ஓவோ, ஆம்னி செல்லுலா எஸ் செல்லுலா, ஆம்னி நூக்ளியஸ் எஸ் நூக்ளியோ. Omne vivum ex ovo, Omnis cellula ex cellula, Omnis nucleus ex nucleo.)

இப்போது நாம் மற்றொரு வாசகத்தைச் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். இயற்கையில் ஒவ்வொரு புரத மூலக்கூறும் அதைப் போன்ற மற்றொரு புரத மூலக்கூறிலிருந்தே தோன்றுகிறது. அதைச் சுற்றி அமினோ அமிலங்களும் கரைசலில் விரவப்

பட்டுள்ள பிற புரத அடிப்படைப் பொருள்களும் படிகமா தல் மூலம்: ஆம்னி மாலிகுலா எஸ் மாலிகுலா (Omnis molecula ex molecula)—ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் மற்றொரு மூலக்கூறிலிருந்து.

பெருக்கமடைதல் (இரட்டித்தல்) உயிரினங்களின் தனிப் பட்ட பண்பல்ல என்பதே அதன் பொருள். இயற்கையில் உள்ள எல்லாத் திசைபடுத்தப்பட்ட அமைப்புகளையும் உண் டாக்குவதற்கு அதுதான் மிகவும் சாத்தியமான முறையா கும்.

கோல்த்ஸேவின் அறிக்கை முழுவதையும் நம்மால் இங்கு விளக்க முடியாது. ஆனால், அதனுடைய சாரம்—தானே இரட்டிப்பு அடையும் மூலக்கூறுகள்—உங்களுக்கு ஏற்கெ னவே தெரிந்துள்ளது. இதில் சந்தேகமே இல்லை. அதனால் தான் அவரோடு உடனே அனைவரும் ஒத்துப் போகவில்லை. கட்டுக்கதைகளில் விருப்பம் உடையவர்கள் அவருடைய ''பைத்தியக்காரத் தனமான தேற்றத்தைப்'' பற்றி மகிழ்ச் சி அடைந்தார்கள். பிறர் நம்பிக்கையற்ற கண்ணோட்டத் தைக் கைக்கொண்டார்கள். ஆனால், அவருடைய தேற்றம் எவ்வளவு பைத்தியக்காரத்தனமானதாகத் தோன்றிய போதிலும் எழுதப்பட்ட பிரச்சினைக்கு அது நம்பத்தக்க ஒரு விளக்கத்தைக் கொடுத்தது. நம்ப மறுத்தவர்களால் வேறு எந்த விளக்கத்தையும் கொடுக்க முடியவில்லை. கோல்த்ஸேவின் ஆதரவாளர்கள், அவருடைய தேற்றத் திற்கு ஆதரவு தேடப் பல பரிசோதனைகளைச் செய்யத் தொடங்கினார்கள்.

நியூக்ளியிக் அமிலத்தின்மேல் சந்தேகம் விழுகிறது

கோல்த்ஸேவின் தேற்றத்தை உறுதி செய்வது அவ்வ ளவு எளிதாக இருக்கவில்லை. ஏனெனில், புரத இரசாய னவியல் இன்னும் அதன் கருப் பருவத்திலேயே இருந்தது. ஆனால், அதை ஆதரிப்பவை போலத் தோன்றிய விவரங் கள்—மிகச் சிலதான் என்பது உண்மையே—சேகரமடையத் தொடங்கின. முன் நொதிகள், நொதிகளாக மாற்றப்படு வது பற்றிய சில விவரங்கள் தெளிவான ஊர்ஜிதமாக இருந்

தன. நொதிகள், புரதத் தன்மையுடைய மற்றும் உயிரியல் ரீதியில் செயலூக்கமுள்ள பொருள்களாகும். ஆனால், முன் நொதிகள் அவற்றின் ''முன் மாதிரிகள்'' அதாவது நொதி கள் எப்பொருளில் இருந்து உண்டாக்கப்படுகிறதோ அப் பொருள் ஆகும்.

செமித்தல் நொதிகளில் ஒன்றாகிய டிரிப்சின் (Trypsin) உண்டாக்கப்படுவது பற்றிய புள்ளி விவரம் குறிப்பிட்ட சிறப்புடையதாக இருந்தது. அது டிரிப்சினோஜென் என்ற பொருளில் இருந்து உண்டாக்கப்படுகிறது. மிகச் சுவையான விவரம் இதுதான்: செயலற்ற டிரிப்சினோஜென், செயலூக் கமுள்ள டிரிப்சினாக டிரிப்சினின் முன்னிலையிலேயே மாற் றப்படுகிறது. அது கோல்த்ஸேவின் தேற்றத்திற்கு அற்ற அற்புதமான ஊர்ஜிதமாகத் தோன்றவில்லையா? டிரிப்சின், டிரிப்சினோஜெனிலிருந்து தனது சொந்த வடிவில் புதிய மூலக்கூறுகளைக் கட்டுகிறது.

அந்தோ! அது அவ்வாறு இல்லை என்பதைத் தனிப்பட்ட பரிசோதனைகள் எடுத்துக் காட்டின. பல்வேறு விலங்குக ளுடைய டிரிப்சின் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று சிறிதளவு வேறுபடுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மாட்டின் டிரிப்சின் பன் றியின் டிரிப்சினிலிருந்தும் பன்றியின் டிரிப்சின் ஆட்டின் டிரிப்சினிலிருந்தும் வேறுபடுகின்றன. பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டன. மாட்டின் டிரிப்சினும் பன்றியின் டிரிப் சினோஜெனும் ஒரு சோதனைக்குழாயில் இடப்பட்டன. டிரிப்சினோஜென் டிரிப்சினாக மாற்றப்பட்டது. ஆனால், அதில் எந்த விசேஷமும் இல்லை. அனால், அவ்வாறு உண் டாக்கப்பட்ட டிரிப்சின் விரிவாகப் பரிசீலனை செய்யப்பட்ட போது, அது பன்றியின் டிரிப்சினாக இருந்தது. அதாவது டெம்பிளேட் (Template)—மாட்டின் டிரிப்சின்—தன்னு டைய தனிப்பட்ட பண்பைக் கடத்தவில்லையென்பதும் பரி சோதனையில் காணப்படாத ஒரு படிவத்திலிருந்து பன்றி யின் டிரிப்சின் பெறப்பட்டிருக்கிறது என்பதுமே அதன் பொருள். முதலில் அது விளக்கப்பட முடியாதது போலத் தோன்றியது. ஆனால் மூலக்கூறுகளின் அளவு நிர்ணயிக்கப் பட்ட போது டிரிப்சினோஜெனின் அளவு டிரிப்சினுடைய தைக் காட்டிலும் பெரிதும் இருந்தது. ''செங்கல்'' வீட் டைவிடப் பெரிதாக இருந்தது. டிரிப்சின் டிரிப்சினோஜெ

னிலிருந்து தயாரிக்கப்படவில்லை என்றும் ஆனால் அதனுடைய ஓரளவான சிதைவால் உண்டாகிறது என்றும் தோன்றியது.

இந்தக் கிரியை இப்போது போதுமான அளவு விரிவாகத் தெரிந்துள்ளது. நொதியின் மூலக்கூறுகள் மிகப் பெரியவையாக இருந்த போதிலும் அவற்றினுடைய செயல் மிகச் சிறிய அளவிலான சில ''செயலூக்கத் தொகுதிகளைச்'' சார்ந்துள்ளது. இழுத்துக் கட்டப்பட்ட நாணைக் கொண்ட ஒரு வில்லைக் கற்பனை செய்துகொள்ளுங்கள். நாண் துண்டிக்கப்பட்டால் வில் நேராகும். அதனுடைய இரு முனைகளும் ஒன்றைஒன்று தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் அளவிற்கு வளைக்கப்பட்ட ஒரு வில்லை நீங்கள் கற்பனை செய்து கொள்ள முடியுமானால், டிரிப்சினோஜென் மூலக்கூறின் மாதிரி வடிவம் உங்களுக்குக் கிடைக்கும். செயலூக்கத் தொகுதி வில்லின் ஒரு முனையில் உள்ளது. ஆனால், அது மற்றொரு முனையுடன் இணைக்கப்பட்டு அதன் மூலம் அது செயல்பட வேண்டிய பொருளுடன் அதற்குள்ள தொடர்பு தவிர்க்கப்பட்டிருப்பதால், அதனால் செயல்பட முடியாது. அத்தகைய மூலக்கூறில் இருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி (நாண்) துண்டிக்கப்பட்டால், அது நேராக செயலூக்கத் தொகுதி விடுவிக்கப்பட்டு, செயலற்ற டிரிப்சினோஜென் செயலூக்கமுள்ள டிரிப்சினாக மாற்றப்படும். இதற்குக் கோல்த்ஸேவின் தேற்றத்துடன் எந்தத் தொடர்பும் இல்லை என்பது தெளிவு.

தானே இரட்டிப்பு அடையும் மூலக்கூறுகள் என்ற கோல்த்ஸேவின் தேற்றம் உறுதி செய்யப்பட்டு விட்டது போலத் தோன்றிய வேறு பல சந்தர்ப்பங்களும்—அதிகமானவை அல்ல என்ற போதிலும்—இருந்தன. ஆனால், ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அது அவ்வாறு இல்லை என்பதை ஆழ்ந்த ஆராய்ச்சி எடுத்துக் காட்டியது.

நாம் இப்போது கூறியது புரதங்களுக்கே பொருந்தும். அது மிகவும் முக்கியமானது. மூலக்கூறு அமைப்புகளில் சேமித்து வைக்கப்பட வேண்டிய மரபியல் செய்தி பிரமாண்டமானது. எனவே, அதை மிகப் பல வகைகளைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளாக இருக்கும் பொருள்களாலேயே செய்ய முடியும். அவற்றினிடையேதான், தானே இரட்டிக்

கும் மூலக்கூறுகளைத் தேடுவது. பயனுள்ளதாக இருக்கும் என்று தோன்றியது. அப்போது தெரிந்திருந்த பொருள்கள் அனைத்திலும் புரதங்கள்தான் அத்தகைய வேறுபாட்டைக் கொண்டிருந்தன. அவை உண்மையிலேயே முதன்மையான பொருள்களாக விளங்கின.

ஆனால், நாற்பதுகளின் நடுகாலத்தில் ஒரு புதிய எதிராளி—நியூக்ளியிக் அமிலம்—தோன்றியது. அதைப் பற்றி வெகு நாள்களாகவே தெரியும். *1868*இல் டயுபின்ஜென் நகரில் இருந்த ஹோப்பி ஸீலெரின் புகழ் பெற்ற ஆய்வுக் கூடத்தில் அப்போதுதான் தனது விஞ்ஞான வாழ்வைத் தொடங்கி இருந்த இளம் இரசாயனவியலாளராகிய பிரெட்ரிக் மைய்ஷெர் அருவருப்பான காயக் கட்டுத்துணிகளைப் பரிசீலனை செய்துகொண்டிருந்தார். அவர் தனது மூக்கை இறுக மூடிக்கொண்டு கட்டுத்துணிகளில் இருந்து அந்தச் சாம்பல் நிறப் பொருளைச் சுரண்டி எடுத்து, அதிலிருந்து செல்களைத் தனிமைப்படுத்தி, நியூக்ளியஸ்களை ஆராயத் தொடங்கினார். அவர் அடைந்த முடிவு எதிர்பாராததாக இருந்தது. தனிமைப்படுத்தப்பட்ட பொருள்களில் ஒன்று அதுவரை இரசாயனவியலாளர்களுக்குத் தெரிந்த எந்த ஒரு பொருளைப் போன்றும் இருக்கவில்லை. மைய்ஷெர் தனது பரிசோதனைகளை மீண்டும் மீண்டும் திரும்பச் செய்வது, ஒவ்வொரு முறையும் அதே முடிவை அடைந்தார். முடிவாக அவர் தனது பேராசிரியரை அணுகத் துணிந்தார். அவர் சற்று அடக்கத்துடன் ''ஐயா பேராசிரியரே, சீழின் செல்கள் இனந் தெரியாத ஒரு பொருளைக் கொண்டிருப்பது போலத் தோன்றுகிறது. அதில் பாஸ்பரஸ் மிகுதியாக உள்ளது. அது தண்ணீரில் கரைகிறது. ஆல்கஹாலினால் வீழ்படிவமாக்கப்படுகிறது'' என்று கூறினார்.

ஹோப்பி ஸெய்லர் தனது மாணவரின் ஆராய்ச்சியைச் சரி பார்த்தார். ஒரு புதிய பொருள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தது. அது செல் நியூக்ளியஸில் இருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்டிருந்ததால், அவர்கள் அதற்கு நியூக்ளீன் என்று பெயரிட்டார்கள்.

மைய்ஷெர் பேஸல் நகருக்குக் குடி பெயர்ந்து சுயேச்சையாக ஆராய்ச்சி செய்ய ஆரம்பித்தார். அவ்வப்போது அவர் தனது இளமைக் கால ஆராய்ச்சியை மீண்டும் செய்

தார். பல்வேறு பொருள்களில் இருந்து பெறப்பட்ட செல் நியூக்ளியஸ்களில் இருந்து நியூக்ளீனைத் தனிமைப்படுத்த அவர் செய்த முயற்சி ஒவ்வொரு முறையும் வெற்றி பெற்றது. அது செல் நியூக்ளியஸின் இன்றியமையாத உள்பொருள் என்பது தெளிவாகத் தெரிந்தது. 1872இல் அவர் நியூக்ளீனை இரண்டு உள்பகுதிகளாக் ஓர் அமிலம், ஒரு காரப் பொருள் பிரிப்பதில் வெற்றி அடைந்தார். அமிலப் பகுதி நியூக்ளியிக் அமிலம் எனப்படுகிறது, காரப் பகுதியை மைய்ஷெர் புரோடமைன் (Protamine) என்றழைத்தார்.

செல் நியூக்ளியஸில் நியூக்ளியிக் அமிலத்தைக் கண்டு பிடித்ததானது ஓரளவு கவனத்தைக் கவர்ந்த போதிலும் பல ஆண்டுகள் வரை இரசாயனவியலாளர்கள் அதை ஒரு சின்ட்ரெல்லாவாகவே நடத்தி வந்தார்கள். அதைப் பற்றி எவரும் அக்கறை எடுத்துக்கொள்ளவில்லை. அதைப் பற்றி அப்போது தெரிந்திருந்தது எதுவும் விசேடக் கவனத்தைத் தூண்டவில்லை. அது முற்றிலும் ஒரே மாதிரியான சிறிய மூலக்கூறுகளால் (புரதத்துடன் ஒப்பிடும்போது சிறிய மூலக்கூறுகளால்) ஆனது என்று கருதப்பட்டது. விஞ்ஞானிகளில் பெரும்பான்மையானவர்கள் அதற்கு ஒரு துணைப் பங்கையே உரித்தாக்கினார்கள். எடுத்துக் காட்டாக, அது குரோமோசோம்களைச் சுற்றி ஓர் உறையை உண்டாக்கி, அவற்றைத் தீங்கான புறப் பாதிப்புகளில் இருந்து காப்பாற்றுகிறது என்று கருதப்பட்டது. மற்ற பிறரோடு கோல்த்ஸேவும் இந்தக் கருத்தைக் கொண்டிருந்தார்.

ஆனால், அது அதைவிட முக்கியமான கிரியைகளில் பங்கு கொள்கிறது என்பதைச் சுட்டிக் காட்டிய சான்றுகள் பொதுவாக மிக மிக மெதுவாகச் சேகரமடைகின்றன. போருக்கு முன்பு பெல்ஜிய நாட்டு பிராஷேட்டும் சுவீடன் நாட்டு காஸ்பெர்ஸனும் தனித்தனியே ஆராய்ச்சி செய்து, ஒரு செல்லில் புரத உற்பத்தியின் தீவிரம் அதிகமாக அதிகமாக அதில் நியூக்ளியிக் அமிலமும் அதிகமாகிறது என்று கண்டுபிடித்தனர். நியூக்ளியிக் அமிலம் புரதத் தயாரிப்பில் பங்கு கொள்கிறது என்று அவர்கள் நம்பினார்கள். ஆனால் எவரும் அவர்கள் கருத்தை ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. மற்ற விவரங்களும் இருந்தன. ஆனால் அவையும் எவரையும் கவரவில்லை.

குரோமோசோம்களுக்கு ஓர் உறையாக இருப்பதைக் காட்டிலும் பெரிய ஒரு பணியைச் செய்ய நியூக்ளியிக் அமிலம் திறன் உடையது என்று விஞ்ஞானிகளை நம்பச் செய்த கட்டுரை 1944 இல்தான் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

நிமோனியா உண்டாக்கும் பாக்டீரியாவாகிய நியூமோகோக்கையில் (Pneumococci) பல வகைகள் உள்ளன. அவை சர்க்கரையுடன் உறவுள்ள ஒரு விசேஷப் பொருளினாலாகிய உறையைக் கொண்டுள்ளன. ஆனால், சில வகைகள் அவ்வுறையைக் கொண்டு இருப்பதில்லை. இத்தகைய வகை திடமான ஊட்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கப்படும் போது ''கரடுமுரடான'' காலனிகளை உண்டாக்குகிறது. ஆனால் உறையைக் கொண்ட சாதாரண நியூமோகோக்கை ''மழமழப்பான'' காலனிகளை உண்டாக்குகிறது. இரண்டும் நிலையான மரபியல் வகைகள் ஆகும். ''மழமழப்பு'' எப்போதும் மழமழப்பான சந்ததிகளையும் ''கரடுமுரடான'' வகை கரடுமுரடான சந்ததிகளையும் கொடுக்கின்றன.

1928இல் விஞ்ஞானிகளின் குழு ஒன்று முன்னர் என்றுமே கண்டிராத வியக்கத்தக்க விளைவுகளைப் பெற்றது. அவர்கள் சாதாரண ''மழமழப்பு'' பாக்டீரியாவை வெப்பத்தால் கொன்று அவற்றை ''கரடுமுரடான'' வற்றுடன் கலந்தார்கள். ஊட்ட ஊடகத்தில் ''மழமழப்பான'' நியூமோகோக்கைக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மூல ''மழமழப்பு'' பாக்டீரியா அனைத்தும் கொல்லப்பட்டு விட்டது என்பதில் ஐயம் இல்லை. அது கவனத்துடனும் பன்முறையும் சரி பார்க்கப்பட்டு விட்டது. எனவே இரண்டில் ஒன்று நடந்திருக்க வேண்டும். ஒன்று, கொல்லப்பட்ட ''மழமழப்பு'' பாக்டீரியா உயிருள்ள ''கரடுமுரடான'' பாக்டீரியாவுடன் இருந்தமையால், மீண்டும் உயிர் பெற்றிருக்க வேண்டும். அல்லது அதைவிட வியக்கத்தக்க வகையில் தம்மைச் சுற்றி ஓர் உறையை அமைத்துக்கொள்ளும் திறனைக் ''கரடுமுரடானவை'' இறந்து விட்ட ''மழமழப்பான'' வற்றிடமிருந்து பெற்றிருக்க வேண்டும். இந்த மாற்றம் நிலையானதாகத் தோன்றியது. மாற்றப்பட்ட நியூமோகோக்கையின் சந்ததிகள் அனைத்தும் ''மழமழப்பானவை''யாகவே இருந்தன.

அதே விளைவு கொல்லப்பட்ட பாக்டீரியாவிற்குப் பதிலாகச் செல்கள் அற்ற சாற்றைப் பயன்படுத்தி, 1931இல்

அடையப்பட்டது. ''மழமழப்பான'' பாக்டீரியாவிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரு சாறு ''கரடுமுரடான'' பாக்டீரியா வளர்ந்துகொண்டிருந்த ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்பட்ட போது அதே மாற்றம் நடைபெற்றது. எனவே, பிற பாக்டீரியாவின் மரபியல் பண்புகளில் திசைப்படுத்தப்பட்ட மாற்றங்களை உண்டாக்கும் திறன் உடைய ஓர் அற்புதமான பொருளைக் (இது PTF அல்லது நியூமோகோக்கை மாற்று அமிசம் என அழைக்கப்பட்டது) கொண்டிருக்க வேண்டும். ஆனால் அப்பொருள் யாது?

விஞ்ஞானிகளால் அந்தக் கேள்விக்கு நீண்ட காலம் வரை விடை அளிக்க முடியவில்லை. ஆனால், 1944இல் ஆஸ்வால்டு அவெரியும் அவரது சகாக்களும் புதிரான அந்த PTF ஐத் தனிமைப்படுத்துவதில் வெற்றி அடைந்தனர். நீண்ட சிக்கலான முறையில் தனிமைப்படுத்தித் தூய்மைப்படுத்திய பின்பு, அவர்கள் சாறு முழுவதையும் போன்ற விளைவைக் கொடுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளைப் பெற்றார்கள். அது நியூக்ளியிக் அமிலாக இருந்தது.

சான்றுகள் குவிகின்றன

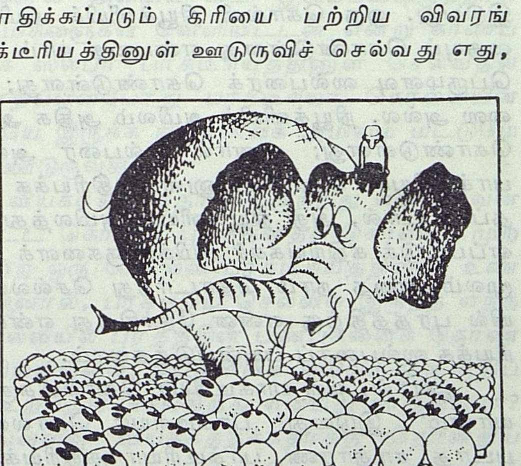
அவெரியின் முடிவுகள் மிகவும் நம்பத்தக்கவையாக இருந்தமையால், பலர் நியூக்ளியிக் அமிலங்களின்மேல் ஆழ்ந்த கவனத்தையும் செலுத்தினர். ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒருவர் பின் ஒருவராக அதே போன்ற சான்றுகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள். அவர்களது ஆராய்ச்சியில் இரண்டு போக்குகளை மட்டுமே நான் விவரிப்பேன்.

முதற்போக்கு பாக்டீரியகொல்லிகளின் அதாவது மிக மிக நுண்ணிய பர ஜீவிகளான பாக்டீரிய வைரஸ்களின் இனப் பெருக்கத்தைப் பற்றியதாக இருந்தது. அவற்றைச் சாதாரண மைக்ரோஸ்கோப்பைக் கொண்டு காண முடியாது எலெக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப் தேவைப்படுகிறது. பாக்டீரிய கொல்லிகள் அல்லது சுருக்கமாகக் கொல்லிகள் என்று அழைக்கப்படும் அவை, மிகவும் எளிய அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. ஒரு பந்தாகச் சுருட்டப்பட்டுப் புரதத்தால் பாதுகாக்கப்பட்ட நீண்ட நியூக்ளியிக் அமில இழையை அவை கொண்டுள்ளன. ஒரு பாக்டீரியத்தைப் பாதிக்க ஒரு கொல்

லியே போதும். அதன் பின்னர் நிகழ்ச்சிகள் ஒரு நாடகம் போல நடைபெறுகின்றன. சுமார் அரை மணி நேரத்திற் குள்ளாகப் பாக்டீரியம் இறந்து ஏறத்தாழ நூறு புதிய, முற்றிலும் வளர்ச்சியடைந்த கொல்லிகள் சுற்றியுள்ள ஊடகத்திற்குள் வெளி வருகின்றன.

இந்த நிகழ்வு பல விஞ்ஞானிகளைக் கவர்ந்துள்ளது. பாக்டீரியா கொல்லிகளின் ஆராய்ச்சி, உயிரின் முதன்மையான புதிர்களில் சிலவற்றை விடுவிக்க உதவும் என்று அவர்கள் நம்புகிறார்கள். அதற்குத் தகுந்த காரணம் இல்லாமல் இல்லை. இயற்கையின் விதிகள் உயிரினங்கள் அனைத்திற்கும் பொதுவானவை. அவற்றை மிக எளிய பொருள்களைக் (உயிரற்ற பொருளுக்கும் உயிருள்ள பொருளுக்கும்இடையான எல்லையில் இருக்கும் துகள்களாகிய வைரஸ்களையும் கொல்லிகளையும் காட்டிலும் எளிதானதாக வேறு எந்தப் பொருள் இருக்க முடியுமா!) கொண்டு ஆராய்வது எளிது. மற்றொரு பக்கத்தில் கொல்லிகளின் பெருக்கம் மற்றும் வளர்ச்சி ஆகிய கிரியைகள் மிகவும் விரைவாக நடைபெறுகின்றன. ஒரு வேலை நாளில் பாக்டீரிய கொல்லிகளைக் கொண்டு செய்யப்படக்கூடிய ஆராய்ச்சி, யானையைக் கொண்டு செய்யப்பட்டால், அதற்குப் பல நூற்றாண்டுகள் பிடிக்கும்.

பாக்டீரியா பாதிக்கப்படும் கிரியை பற்றிய விவரங்களை விளக்க, பாக்டீரியத்தினுள் ஊடுருவிச் செல்வது எது,



கொல்லி முழுவதுமா அதன் ஒரு பகுதியா என்பதை அறிந்துகொள்வது தேவைப்பட்டது. கொல்லியின் எந்த உள்ப்குதி அதன் பெருக்கத்திற்குத் தேவைப்பட்டது. பிற பலரோடு அமெரிக்கர்கள் ஹெர்ஷியும் சேஸ்சும் இந்தப் புதிரைப் பற்றித் தங்கள் மூளையைக் குழப்பிக்கொண்டார்கள். அது எளிதானதாக இருக்கவில்லை. மைக்ரோஸ்கோப்பு மூலம் பார்த்தால், பாக்டீரியாகூட மிக நுண்ணிய புள்ளிகள், சுருள்கள் மற்றும் கோல்கள் ஆகக் காணப்படுகிறது. எந்த விவரத்தையும் காண்பது அபூர்வமாகவே சாத்தியமாகிறது. பாக்டீரியாவைத் தாக்கும் பரஜீவிகளைப் பொருத்த மட்டில்—அவற்றின் தனிப்பட்ட விவரங்களைப் பற்றிக் கூற வேண்டாம்—எலெக்ட்ரான் மைக்ரோஸ்கோப்கூட உதவுவதில்லை. கோல்த்ஸேவின் காலத்தில் (மெண்டலின் காலத்தைப் பற்றிக் கூறவே வேண்டாம்) இந்தப் பிரச்சினை விடுவிக்கப்பட முடியாததாகவே இருந்திருக்கும். ஆனால், நமது காலத்தில் உயிரியலாளர்களுக்குப் பிற விஞ்ஞானங்கள் உதவுகின்றன. ஹெர்ஷி மற்றும் சேஸ்சுக்குப் பௌதிகம் உதவியது.

அந்தக் கருத்து எளிதானதாகத்தான் இருந்தது. அதாவது ஒருபாக்டீரியாகொல்லியின் வெவ்வேறு பாகங்களைக் கதிரியக்க ஐஸோடோப்பைக் கொண்டு ''அடையாளம்'' இடுவது. ஒரு கொல்லி நியூக்ளியிக் அமிலத்தையும் புரதத்தையும் கொண்டுள்ளது என்பதை நாம் அறிவோம். புரதம் பெருமளவு ஸல்பரைக் கொண்டுள்ளது; ஆனால் பாஸ்பரஸை அல்ல. நியூக்ளியிக் அமிலம் அதிக அளவு பாஸ்பரஸைக் கொண்டுள்ளது; ஆனால் ஸல்பரை அல்ல. எனவே, ஒரு பாக்டீரியா கொல்லியினுள் கதிரியக்க பாஸ்பரஸ் புகுத்தப்பட்டால், அது நியூக்ளியிக் அமிலத்தால் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுக் கதிரியக்கச் சமிக்ஞைகளைக் கொடுக்கும். அதன் மூலம் அதை நாம் தொடர்ந்து செல்லலாம். அதே முறையில் புரதத்திற்கு என்ன நேர்கிறது என்பதைக் காணக் கதிரியக்க ஸல்பரைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆனால், ஒரு பாக்டீரியா கொல்லிக்கு எவ்வாறு ''அடையாளம்'' இடுவது? பாக்டீரியா கொல்லிகளால் பாதிக்கப்படாத சாதாரண பாக்டீரியா கதிரியக்க பாஸ்பரஸ் அல்லது கதிரியக்க ஸல்பர் மிகுதியாக உள்ள ஓர் ஊட்ட ஊட

கத்தில் இனப் பெருக்கம் அடையச் செய்யப்பட்டது. அதன் விளைவாக அவை மிகுதியான ''அடையாளமிடப்பட்ட'' அணுக்களால் நிரப்பப்பட்டன. அதன் பின்னர் அவை பாக்டீரிய கொல்லிகளின் பாதிப்பிற்கு உள்படுத்தப்பட்டன. அடையாளம் இடப்பட்ட ஒரு பாக்டீரியாவில் இருந்து பெறப்பட்ட பாக்டீரியாக கொல்லிகள் கதிரியக்க அடையாளச் சீட்டைப் பெற்றிருந்தது இயற்கையே. கதிரியக்கப் பாஸ்பரஸ் பயன்படுத்தப்பட்டால், நியூக்ளியிக் அமிலம் மட்டுமே ''அடையாளம்'' இடப்பட்டிருந்தது. கதிரியக்க ஸல்பர் பயன்படுத்தப்பட்டால், அடையாளச் சீட்டு புரதத்தின் மேல் இருந்தது.

நிர்ணயமான பரிசோதனையைப் பின்னர்த் தொடங்க முடிந்தது. அடையாளம் இடப்பட்ட பாக்டீரியா கொல்லிகள் அடையாளம் இடப்படாத பாக்டீரியாவைக் கொண்ட ஊடகத்தில் புகுத்தப்பட்டன. பாக்டீரியா பாதிக்கப்படுவதற்குப் போதுமான அவகாசத்திற்குப் பின்பு அவை ஊடகத்தில் இருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு—ஒட்டாத கொல்லிகளைத் தவிர்ப்பதற்குப் போதுமான கவனம் எடுத்துக்கொண்டு—கதிரியக்கத் துகள்களைக் கண்டுபிடிக்கக்கூடிய சாதனம் ஒன்றின்கீழ் வைக்கப்பட்டன. பாக்டீரியா கொல்லிகள் கதிரியக்கப் பாஸ்பரஸால் அடையாளம் இடப்பட்டிருந்தால் மட்டுமே அவை சமிக்ஞைகள் வெளியிட்டன என்று காணப்பட்டது. கதிரியக்க ஸல்பர் பாக்டீரியத்தினுள் செல்வதில்லை. எனவே, பாதிப்பின்போது பாக்டீரியா கொல்லியின் புரத உறை வெளியே இருக்க நியூக்ளியிக் அமிலம் மட்டுமே பாக்டீரியாவினுள் ஊடுருவுகிறது.

இதில் மிகவும் வியக்கத்தக்கதாக இருந்தது என்னவென்றால் ஒரு குறிப்பிட்ட கொல்லி புரதத்தைக் கொண்ட முற்றிலும் வளர்ச்சியுற்ற ஒரு கொல்லி பாக்டீரியத்தினுள் உண்டாக்கப்பட்டது. ஆனால், பாக்டீரிய செல்லில் இருந்த எந்த ஒரு புரதமும் கொல்லியில் புரதத்தின் பண்புகளைக் கொண்டிருந்ததாகத் தெரியலில்லை. நியூக்ளியிக் அமிலம் ஒரு குறிப்பிட்ட புரதத்தை உற்பத்தி செய்கிறது என்பது சாத்தியமா? அந்த முடிவு எவ்வளவு வியக்கத்தக்கதாகத் தோன்றிய போதிலும் பெறப்பட்ட விளைவுகளை வேறு எதுவும் விளக்கவில்லை. 1952இல் நடத்தப்பட்ட இந்தப் பரிசோதனை

கள் நியூமோகோக்கையுடன் செய்யப்பட்ட பரிசோதனை களைப் போன்றே நியூக்ளியிக் அமிலத்திற்கு ஒரு மரபியல் தொடர்பான பங்கைத் தெளிவாகச் சுட்டிக் காட்டின.

புகையிலைப் பல் வண்ண நோய் வைரஸுடன் செய்யப் பட்ட பரிசோதனைகளையும் பற்றிக் கூறுவது பயனுள்ள தாக இருக்கும். இந்த வைரஸ்தான் (சுருக்கமாக THV எனப் படுகிறது) முதன்முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அது திமித்ரி இவானோவ்ஸ்கியால் 1892இல் கண்டுபிடிக்கப்பட் டது. அது முதன்முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வைரஸாக இருந்ததோடு ஆராய்ச்சிக்கு விசேஷத் தகுதி வாய்ந்த பொரு ளாகவும் இருந்தது. அது படிக வடிவத்திலே பெறப்பட்ட முதல் வைரஸாகவும் ஆகியது. ஓர் ஆய்வுக்கூடத்தில் செயற் கை முறையிலே உற்பத்தி செய்யப்பட்ட முதல் உயிரினமும் அந்த THV தான். அதைப் பற்றி நாம் இப்போது கூறுவோம்.

கொல்லிகளைப் போன்றே THVயும் புரத உறையைக் கொண்ட நியூக்ளியிக் அமிலமாகும். 1955 இல் பிராங்கெல் கோன்ராட் TNVஐ அதனுடைய உள்பகுதிகளாக—புரதம் மற்றும் நியூக்ளியிக் அமிலம்—பிரிப்பதில் வெற்றி பெற் றார். இம்முறையில் இரண்டு தூய இரசாயனப் பொருள் கள் அடையப்பட்டன.

ஆனால் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப் பட்டன. பின்னர் விஞ்ஞானி இந்தப் பொருள்களைக் கலந்து கலவையை புகையில இலைகளின் மேல் தடவினார். செடி, பல்வண்ண நோய்க்கு உரிய அறிகுறிகளைக் காட்டியது. இவ்வாறு இரண்டு இரசாயனப் பொருள்களில் இருந்து ஆய் வுக் கூட நிலைமைகளின்கீழ் முதன் முறையாக ஓர் ஆதி உயிரி னம் சிருஷ்டிக்கப்பட்டது.

ஒரு THVயிலிருந்து புரதத்தையும் மற்றொன்றிலிருந்து நியூக்ளியிக் அமிலத்தையும் (THVயில் பல வகைகள் உள்ளன) எடுப்பது அடுத்த முயற்சியாக இருந்தது. பரிசோதனைகள் வெற்றி பெற்றன. பட்டாணிகளுடன் மெண்டல் செய்த பரிசோதனைகளிலும் கொல்லிகளின் சந்ததிகள் இரண்டு ''பெற்றோர்களின்'' பண்புகளையும் கொண்டிருந்தன என்று நீங்கள் கருதுவீர்களானால், அது தவறாகும். எல்லாப் பரி சோதனைகளிலும் பெறப்பட்ட வைரஸ் நியூக்ளியிக் அமிலம்

அதன் பண்புகளைக் கொண்டிருந்தது. அதோடு வைரஸ் புரதத்தின் பண்பைப் பொருத்தும் இது அவ்வாறே இருந்தது. வேறு வழியில் சொன்னால் இந்தப் பரிசோதனைகளும் முந்தைய பரிசோதனைகளின் முடிவுகளையே சுட்டிக் காட்டின. ஜெர்ஹார்ட் ஷ்ராம் என்ற மற்றொரு விஞ்ஞானி புரதத்தின் சாயை கூட இல்லாத தூய நியூக்ளியிக் அமிலத்தைப் புகையிலை இலைகளின்மீது தடவி THVஐ அடைவதில் வெற்றி பெற்றார் என்பது சுவையானதாகும். அதாவது அவர் ஹெர்ஷி மற்றும் சேஸ் ஆகியோர் பாக்டீரியா கொல்லிகளைக் கொண்டு அடைந்த அதே விளைவுகளை THV ஐக் கொண்டு அடைந்தார்.

இவ்வாறு நியூக்ளியிக் அமிலம் விசேட முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மரபியல் பூர்வமான பங்கை வகிக்கிறது என்பதைக் குறித்துக் காட்டும் விவரங்கள் மேன்மேலும் அதிகமாக வெளிப்பட்டன. அதுவே புதிரான ஜீன்களை உருவாக்கும் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சிப் பொருள் என்று சில விஞ்ஞானிகள் கருதினார்கள். ஆனால் அதை நியூக்ளியிக் அமிலம் ஒரே தீப்பெட்டியில் உள்ள தீக்குச்சிகளைப் போன்று ஒரே மாதிரியாக உள்ள சிறு மூலக் கூறுகளால் ஆகியது என்ற கருத்தோடு எவ்வாறு இணங்கச் செய்வது? ஆனால், விஞ்ஞானிகள் அதனால் கலவரம் அடையவில்லை.

அவர்கள் ஏன் கலவரப்படவில்லை என்றால், இரசாயனவியலாளர்களுங்கூட நியூக்ளியிக் அமிலத்தைப் பற்றி மைஷெர் மற்றும் கோல்த்ஸேவின் காலத்தில் இருந்ததில் இருந்து முற்றிலும் வேறுபட்ட கருத்தைக் கொண்டிருந்தனர். ஆனால் அது எவ்வாறு உருவாக்கப்பட்டது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும், அதற்கு நாம் இரசாயனவியல் வெளியில் ஒரு சுற்றுலாவை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

நியூக்ளியிக் அமில மூலக்கூறின் அமைப்பைப் புரிந்து கொள்ள நாம் முயற்சிக்கு முன் புரதங்கள் எவ்வாறு அமைந்துள்ளன என்பதை நாம் நினைவுபடுத்திக்கொள்வோம். சொற்கள் எழுத்துகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டிருப்பதைப் போன்று புரதங்கள் அமினோ அமிலங்கள் எனும் எளிய மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளன. அமினோ அமிலங்களும் வேறுபடுகின்றன. புரதங்கள் 20 வெவ்வேறு வகை அமினோ அமிலங்களின்—அநேகமாக ஆங்கில மொழியில்

உள்ள அதே அளவு எழுததுகள்—இணைப்பால் உண்டாக் கப்படுகின்றன. பல்வேறு புரதங்களில் உள்ள அமினோ அமிலங்களின் வகை வேறுபடுகிறது. ஆனால், அவற்றிலுள்ள அமினோ அமிலங்களின் வகை மட்டுமன்றி அந்த வரிசையில் அமினோ அமிலங்களின் இடமும் முக்கியமானது. எழுத் துகளைக் கொண்டு முடிவற்ற எண்ணிக்கையில் சொற்களை உண்டாக்க முடியும் என்பதைப் போன்றே 20 அமினோ அமிலங்களில் இருந்து முடிவற்ற எண்ணிக்கையில் புரதங் களை உண்டாக்க முடியும்.

நியூக்ளியிக் அமிலத்தைப் பொருத்த வரையில் அமிலம் நியூக்ளியோடைடுகள் எனப்படும் எளிய மூலக்கூறுகளைக் கொண்டது. ஆனால் புரதங்கள் 20 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டிருக்கும் போது நியூக்ளியோடைடு கள் நான்கு மட்டுமே உள்ளன. மேலும் எல்லா நியூக்ளியிக் அமிலங்களும் அநேகமாக ஒரே அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. நியூக்ளியிக் அமிலம் எல்லா நியூக்ளியோடைடுகளையும் ஏற த்தாழச் சமவிகிதத்தில் கெண்டுள்ளது. பகுப்பு ஆய்வுகளைத் துல்லியமாக 25 சத வீதத்தைக் கொடுக்கவில்லை என்ற போதிலும் அது தொடக்கத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட துல்லி யமற்றமுறைகளால் நிகழக்கூடிய தவறின் விளைவாக இருக்கலாம். எனவே, நியூக்ளியிக் அமிலத்தின் ஒரு மூலக்கூறு நான்கு வெவ்வேறு நியூக்ளியோடைடுகளைக் கொண்டுள்ளது என்ற நான்கு நியூக்ளியோடைடு தேற்றம் நீண்ட காலம் வரை எல்லாராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.

நியூக்ளியிக் அமிலத்தைக் கட்ட உதவும் நியூக்ளியோடை டுகளே மிக்க சிக்கலான அமைப்பை உடையவை, அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் பாஸ்பாரிக் அமில மூலக்கூறு ஒன்றின் பகுதி, ஒரு சர்க்கரை மூலக்கூறு, பேஸ் (Base) என்று அழைக்கப்படும் மற்றொரு மூலக்கூறு ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளன. நியூக் ளியிக் அமிலத்தில் உள்ள பாஸ்பாரிக் அமிலம் மற்றும் சர்க் கரை இவற்றின் மூலக்கூறுகள் அனைத்தும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. நான்கு செல்களில் ஏதேனும் ஒன்றைக் கொண்டி ருப்பதால் நியூக்ளியோடைடுகள் வேறுபடுகின்றன.

சைடோப்ளாசத்தில் உள்ள நியூக்ளியிக் அமிலம் நியூக் ளியஸிலுள்ள நியூக்ளியிக் அமிலத்தில் இருந்து மற்றோர் வகை சர்க்கரையாகக் கொண்டிருப்பதாலும் அதில் நான்கு

பேஸ்களில் சற்று மாறுபட்டிருப்பதாலும் வேறுபடுகிறது. (மற்ற மூன்றும் இரண்டு வகை அமிலங்களிலும் ஒரே மாதிரியாகவே உள்ளன) நியூக்ளியஸ் நியூக்ளியிக் அமிலம் இப்போது ஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளியிக் அமிலம் அல்லது சுருக்கமாக DNA எனப்படுகிறது. ஆனால், சைடோப்ளாச வகை ரைபோநியூக்ளியிக் (Ribonucleic) அமிலம் அல்லது RNA எனப்படுகிறது.

எந்த நியூக்ளியிக் அமிலமும்—DNAஆகவோ RNAஆகவோ இருந்தாலும்—நான்கு நியூக்ளியோடைடுகளையும் ஏறத்தாழச் சம எண்ணிக்கையில் கொண்டுள்ளன. பகுத்தாயும் முறைகள் செம்மையடைந்த போது புதிய எண்ணிக்கைகள் பெறப்பட்டன. ஆனால், நியூக்ளியோடைடுகளின் இடை விகிதம் ஏறத்தாழத்தான் சமமாக இருந்தது. தோராயமான எண்ணிக்கையை அன்றித் திருத்தமான எண்ணிக்கையைக் கொடுக்கும் அளவிற்குப் பகுப்பாய்வின் துல்லியம் உயர்ந்த போதிலுங்கூட விகிதங்கள் தொடர்ந்து வேறுபட்டன.

இதில் மிகவும் வியப்பாக இருந்தது என்னவென்றால், வெவ்வேறு ஆய்வுக்கூடங்களைச் சேர்ந்த ஆராய்ச்சியாளர்களும் ஒரே மாதிரியான தவறுகளைச் செய்தது போலத் தோன்றியது. எடுத்துக்காட்டாக, ஏரோபாக்டர் ஏரோஜீனெஸ் (Aerobacter aerogenes) என்ற பாக்டீரியத்தைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்து, ஒரு விஞ்ஞானி அதில் உள்ள அடினீனின் (நான்கு பேஸ்களில் ஒன்று) அளவு எதிர்பார்க்கப்பட்ட 25சத விகிதத்திற்குப் பதிலாக 20.5 சத விகிதமாக உள்ளது என்று காண்கிறார். அவருடைய பரிசோதனையைத் திரும்பவும் செய்து, மற்றொருவர் 21.3 சத விகிதத்தையும் மூன்றாமவர் 21.2 சத விகிதத்தையும் நான்காமவர் 20.3 சத விகிதத்தையும் பெறுகிறார். (நான் இந்த எண்களைக் கற்பனையாகப் புனையவில்லை. அவற்றை ஆய்வுரைகளில் இருந்து எடுத்துள்ளேன்) எண்கள் வேறுபடுகின்றன என்பது உண்மையே. ஆனால் அவை எப்போதும் ஒரு சத விகிதத்திற்கும் குறைவான தவறைக் கொண்டு 21 சத விகிதத்தையே சுற்றியுள்ளன. எனவே 25சத விகிதத்தில் இருந்து ஏற்படும் விலக்கு ஒரு தற்செயல் நிகழ்ச்சி எனக் கூற முடியாது.

நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் அல்லது துல்லியமாகச் சொன்

னால் டியாக்ஸிரைபோநியூக்ளியிக் (Desoxyribonucleic) அமிலத்தின்—DNA—உள் அமைப்பில் உள்ள வேறுபாடுக ளில் இரு விஞ்ஞானிகள் ஆழ்ந்த அக்கறை காட்டினார்கள். ஒருவர் மாஸ்கோப் பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த பேராசி ரியர் ஆந்திரிய பெலோஸெர்ஸ்கி மற்றொருவர் நியூயார்க் கில் உள்ள கொலம்பியாப் பல்கலைக் கழகத்தின் பேராசிரி யர் எர்வின் சார்காப். அவர்களில் ஒவ்வொருவரும் பல்வேறு உயிரினங்களில் இருந்து பெறப்பட்ட எண்ணிக்கையில் பிரம் மாண்டமான மாதிரிப் பொருள்களை இரசாயனப் பகுப் பாய்வில் மிகவும் துல்லியமான முறைகளைக் கொண்டு பரி சீலனை செய்தனர். நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் வகைக் குறிப் புச் சார்பு உடையவை என்ற முடிவிற்கு ஒவ்வொருவரும் வந்தனர்.

ஒவ்வொரு சிற்றினமும் கண்டிப்பாக நிர்ணயம் செய்யப் பட்ட உள் அமைப்புடைய நியூக்ளியிக் அமிலத்தைக் கொண் டுள்ளது. அது எந்த அங்கத்தில் இருந்து தனிமைப்படுத்தப் பட்டாலும்—எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு சீமைப் பெருச்சாளி யின் கல்லீரல், கணயம், மூளை அல்லது தசைகள் எதுவாக இருந்தாலும்—எப்போதும் ஒரே உள் அமைப்பைக் கொண் டுள்ளது. எலிகளுடைய நியூக்ளியிக் அமிலத்தைப் பகுத் தாய்ந்தால், அது வேறு எண்ணிக்கைகளைக் கொடுக்கிறது. ஆனால், மீண்டும் அவை எல்லா அங்கங்களுக்கும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. நியூக்ளியிக் அமிலங்கள (இப்போது நாம் பன்மையாக உபயோகிக்க வேண்டும்) முற்றிலும் பல தரப்பட்டவையாக இருக்கலாம் என்பதே இதன் பொருள். ஆனால், நான்கு நியூக்ளியோடைடு தேற்றம் என்னவா யிற்று? அதை உண்மைகளுக்கு முரணானது எனக் கைவிட வேண்டியிருந்தது.

இதன் விளைவாக அவெரி, ஹெர்ஷி, ஷ்ராம், இன்ன பிறர் நியூக்ளியிக் அமிலங்களுக்கு மரபியல் ரீதியான பங்கு இருக்கிறது என்பதைச் சுட்டிக் காட்டிய தங்களுடைய வியத் தகு கண்டுபிடிப்புகளைச் செய்தபோது அவர்களுடைய முடி வுகள் இரசாயனப் புள்ளி விவரங்களுக்கு முரணாக இருக்க வில்லை. அங்ககப் பொருள்களில் மிகுந்த வேறுபாடு உடைய இரண்டு தொகுதிகள் இப்போது இரசாயனவியலாளர்களுக் குத் தெரிந்திருந்தன: நியூக்ளியிக் அமிலங்களும் புரதங்களும்.

பின்பு அறியப்பட்ட விவரங்களின் அடிப்படையில் வாதிப்பது எளிது. பழைய சஞ்சிகைகளின் பக்கங்களை நீங்கள் புரட்டிப் பார்த்தீர்களானால், நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் மரபியல் பங்கு பற்றிய விவரங்களை ஆங்காங்கே காண்பீர்கள். அவற்றை அவற்றின் உண்மையான மதிப்பில் பாராட்டுவது இன்று எளிது.

70 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கிடைத்த விவரங்களில் இருந்துகூட நாம் அதே முடிவைப் பெறலாம். 1896இல் ஜெர்மன் இரசாயனவியலாளரான ஆல்பிரெச்ட் கோஸ்ஸெல், சால்மன் மீன்களின் விந்துவை ஆராய்ந்தார். அதற்கு முன்னர் கண்டுபிடித்தது போலவே அவற்றின் நியூக்ளியஸ்கள் DNA மற்றும் புரதத்தைக் கொண்டிருந்தன. ஆனால் புரதத்தின் அளவு 50 சத விகிதம் குறைவாக இருந்ததோடு அது ஒரு தனிப்பட்ட வகைப் புரதமாகவும் இருந்தது. அதன் மூலக்கூறுகள் சிறிதாக இருந்ததுடன், 80—90 சத விகிதம் ஆர்கினீன் (Arginine) என்ற ஒரே அமினோ அமிலத்தைக் கொண்டிருந்தன. அது உண்மையிலேயே வியத்தகு கண்டுபிடிப்பாக இருந்தது. ஏனெனில், முட்டைகளைக் கருவுறுத்தி, தந்தைவழி மரபுப் பண்புகள் அனைத்தையும் கடத்தும் விந்துவில் அது இருந்ததால், அது குறிப்பாக அவ்வாறு இருந்தது.

மரபுப் பொருள்—அப்படி ஒன்று இருக்குமேயானால்—விந்துவில் இருந்தாக வேண்டும். ஆனால், கோஸ்ஸெல் அவற்றில் கண்டுபிடித்த புரதங்கள், அவ்வளவு பொறுப்பான செயலுக்குத் தகுதி அற்றவையாக இருந்தன. உண்மையில் புரோட்டீன்களின் (அவற்றிற்கு மைஷெர் கொடுத்த பெயரைப் பயன்படுத்தினால்) அத்தகைய ஒரே மாதிரியான உள் அமைப்பு, புரத மூலக்கூறுகளில் பல வகைகளுக்கும், எனவே பெருமளவிலான மரபியல் செய்தியின் பரிமாற்றத்திற்கும் உத்தரவாதம் அளிக்கவில்லை.

உண்மையில், நாம் பத்து வெவ்வேறு அமினோ அமிலங்களைக் கொண்ட ஒரு சங்கிலித் தொடரைக் கற்பனை செய்துகொண்டோமானால், அதிலிருந்து நாம் 3,628,800 வெவ்வேறு மாற்று வகைகளைப் பெற முடியும். ஆனால், இந்தப் பத்தில் எட்டு ஒரே மாதிரியானவையாக இருக்குமானால், மாற்று வகைகள் 90 ஆகக் குறைகின்றன. எனவே,

விந்துவிலுள்ள புரோட்டீன்கள், சாதாரண புரதங்களில் சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள செய்தியில் 1/40,000 பங்கையே சேமித்து வைத்துக்கொள்ள முடியும் என்பது இதில் இருந்து தொடர்கிறது. இது ஐயத்திற்கு இடம் இன்றி மிகவும் விநோதமானதுதான். சந்ததிகளை உற்பத்தி செய்வதில் ஈடுபடாத பிற செல்களின் நியூக்ளியஸ்கள் புரோட்டீன்களுக்குப் பதிலாக ஹிஸ்டோன்கள் (Histones) என அழைக்கப்பட்டவையும் சிக்கலான உள் அமைப்பு உடையனவையுமான பிற புரதங்களைக் கொண்டிருந்தன. இந்த விவரங்களின் அடிப்படையில் மட்டுமே மரபுப் பண்புகளின் பரிமாற்றத்தில் புரதங்களுக்கு உள்ள பங்கை மறுத்து, அந்தப் பங்கை நியூக்ளியிக் அமிலங்களுக்கு உரித்தாக்குவது அந்தப் பழைய நாள்களில் சாத்தியமானதாக இருக்கவில்லை.

இன்று திரும்பிப் பார்க்கும்போது நாம் பல விஷயங்களைப் பற்றி வேறுபட்ட கருத்தைக் கைக்கொள்கிறோம். DNA செல் நியூக்ளியஸில்தான் இருந்தது என்பது (எனவேதான் நியூக்ளியிக் அமிலம் என்ற பெயர்) தொடக்கத்தில் இருந்தே தெரிந்திருந்தது. பின்னர், அது குரோமோசோமில் மட்டுமே இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஜீன்கள் குரோமோசோம்களில் இருக்கின்றன என்றால், அது அவற்றுடன் DNA க்குப் பொதுவானது ஒன்று இருக்கிறது என்பதைச் சுட்டிக் காட்டவில்லையா? ஒரு செல்லில் DNA யின் மாறாத அளவு என்ற விதி நீண்ட நாள்களுக்கு முன்பே உருவாக்கப்பட்டு விட்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினத்தின் இரட்டை மய செல்கள் அனைத்தும் கண்டிப்பாக நிர்ணயம் செய்யப்பட்ட அளவு DNAயைக் கொண்டுள்ளன. அது மரபியல் பொருள் கட்டாயமாகக் கொண்டிருக்க வேண்டிய ஒரு பண்பாகும்.

ஐம்பதுகளின் தொடக்கத்தில் மரபியல் ரீதியில் புரதங்களைக் காட்டிலும் நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் குறைந்த முக்கியத்துவம் உடையனவல்ல என்று கருதுவதற்குப் போதுமான சான்றுகள் சேகரமடைந்திருந்தன. அவை ‘‘குறைந்த முக்கியத்துவம் உடையவை அல்ல’’ என்று நான் கூறுகிறேன். ஏனெனில், அவை அதைவிட அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை என்று வலியுறுத்த எவரும் துணியவில்லை. அதைக் கூறுவதற்கு நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் அமைப்பைக் கண்டுபிடிப்பதும் உயிரினத்தில் அவற்றின் செயல்களைப் பற்றி மேலும் அதிகமாகத் தெரிந்துகொள்வதும் தேவைப்பட்டது. ஆனால், மரபியலில் மாபெரும் கண்டுபிடிப்புகள் தோன்றும் தறுவாயில் உள்ளன என்பதைப் பலர் உணர்ந்தனர்.

சின்ட்ரெல்லா ஓர் இளவரசி ஆகிறாள்

மூலக்கூறுகள் தம்மையே இரட்டித்துக்கொள்கின்றன

சூரிய வெளிச்சம் வீசிய ஒரு பசும் புல்வெளியில் பசுக்களின் மந்தை ஒன்று மேய்ந்து கொண்டிருந்தது. சட்டைகளும் கழுத்துப் பட்டைகளும் அணிந்திருந்த மனிதர்கள் சிலர் சற்று தள்ளிப்படுத்துக் கொண்டிருந்தனர். பசுக்கள் தங்கள் சொந்த வேலையில்—புற்களைக் கடித்து அசை போட்டுக்கொண்டு—சுறுசுறுப்பாக ஈடுபட்டிருந்தன. அவை அந்த மக்களைச் சிறிதும் கவனிக்கவில்லை. அந்த மனிதர்களுக்கு வேறு எந்த வேலையுமில்லாதிருந்ததால், அவர்கள் பசுக்களைப் பார்த்துக்கொண்டிருந்தார்கள். அவர்கள் ஓய்வு எடுத்துக் கொண்டிருந்தார்கள். அவர்கள் நவீன பௌதிகவியலில் மிகச் சிக்கலான பிரச்சினைகளைப் பற்றிய விவாதத்தை, நைல்ஸ் போஹ்ரே இதில் பங்கு கொண்டிருந்தார், முடித்து விட்ட வசந்த காலப் புல்லியே படுத்துக்கொள்வதற்காக அருகில் இருந்த புல்வெளிக்குச் சென்றிருந்தார்கள். அவர்கள் புகை பிடித்துக்கொண்டும் வேடிக்கையாகப் பேசிக்கொண்டும் சூரிய வெளிச்சத்தில் இளைப்பாறிக் கொண்டிருந்த போது அருகில் இருந்த பள்ளத்தாக்கில் கோபன்ஹேகன் நகரின் கூரைகளை அவர்களால் காண முடிந்தது. அவர்கள் பசுக்களை அக்கறையுடன் கவனித்துக் கொண்டிருந்தார்கள். ஏனெனில், நகரவாசிகளும் நாற்காலி—விஞ்ஞானிகளும் அவற்றை அவ்வளவு அருகில் இருந்து பார்க்கும் வாய்ப்பை அடிக்கடி பெறுவதில்லை. பசுக்கள் தீவிரமாக அசை போட்டுக்கொண்டிருந்தன.

''கனவான்களே! அவை எவ்வாறு அசை போடுகின்றன என்று பாருங்கள். அவை நம்மைப் போலக் கீழ்த் தாடையை மேலும் கீழும் அசைக்காமல் இடமிருந்து வலமாக அசைக்கின்றன'' என்று பௌதிகவியலாளர்களில் ஒருவர் கூறினார்.

''நான் அதை ஒத்துக்கொள்ளவில்லை. உங்களது வரையறை முழுமையானதல்ல. அதோ, சுருங்கிய கொம்புடன் காணப்படும் அந்தப் பசு வலமிருந்து இடமாக அசை போட்டுக்கொண்டிருக்கிறது'' என்று அருகில் இருந்தவர் மறு மொழி பகன்றார்.

விஞ்ஞானிகள் வேடிக்கையாகப் பேசத் தொடங்கினார்கள். இல்லை. அது விஞ்ஞான ரீதியான அணுகல் முறை அல்ல. நீங்கள் போதுமான அளவு விவரங்களைச் சேகரிக்கவுமில்லை. அவற்றைப் புள்ளி விவர ரீதியில் பரிசீலனை செய்யவுமில்லை.

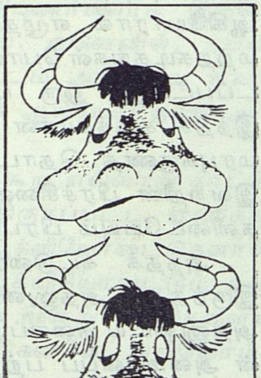
''அது ஸ்டியரியோ-ஐஸோமீட்ரி (Stero-isometry) மற்றும் அங்ககப் பொருள்களின் ஒளி விளைவு இவற்றுடன் ஏதோ ஒரு தொடர்பு உடையதல்லவா?''

''அதைக் கணக்கிட்டுப் பாருங்கள். நீங்கள் ஒன்றுக்கு மூன்று என்ற வழக்கமான மெண்டலீயப் பிரிதலைப் பெறுவீர்கள்.''

சிறிது காலம் சென்றது. அங்கு இருந்தவர்களில் ஒருவரும் புகழ் பெற்ற பௌதிகவியலாளருமான பாஸ்கல் ஜோர்டன், வீடு திரும்பிய பின்பு, ''இட மற்றும் வலப் புறம் அசை போடும்'' பசுக்களைப் பற்றி என்ற அரைகுறை விஞ்ஞானக் கட்டுரை ஒன்றை எழுதினார். அவருடைய முடிவுகள் தற்காலிகமானவைதாம் என்றும் ஏனெனில் அவ்வி டென்மார்க் நாட்டுப் பசுக்களைப் பொருத்து மட்டுமே சரி என்று நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளன என்றும் அவர் கட்டுரையை முடித்தார். அவர் அதைத் தன் நண்பர்களுக்குக் காட்டினார். அவர்கள் வாய் விட்டுச் சிரித்தார்கள். பின்னர் அவருக்கு எண்ணம் ஒன்று தோன்றியது: அதை ஏன் ஒரு விஞ்ஞானச் சஞ்சிகைக்கு அனுப்பக் கூடாது? அவர்கள் அதை அச்சிடுவார்களா மாட்டார்களா?

அதை எங்கு அனுப்புவது? ஜோர்டன் அதிகம் தயங்கவில்லை. லண்டனில் புகழ் பெற்ற விஞ்ஞானச் சஞ்சிகையான 'நேச்சர்' இருந்தது. உலகில் பழமையானவற்றில் ஒன்றான அது, ஏராளமான வாசகங்களைக் கொண்டதும் எந்த ஒரு விசேஷத் துறையைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானிகளாலும் படிக்கப்பட்டதுமான வாரப் பத்திரிகையாகும். ஆனால், அதில் முக்கியமானது என்னவென்றால், அது 'ஆசிரியருக்

குக் கடிதங்கள்' என்ற ஒரு பகுதியைக் கொண்டிருந்தது. அதில் அண்மைக்காலக் கண்டுபிடிப்புகளைப் பற்றிய சுருக்கமான அறிக்கைகள் வெளியிடப்பட்டன. அக்கடிதங்களின் உள்ளடக்கத்திற்குச் சஞ்சிகை ஆசிரியர் பொறுப்பல்ல என்ற அடிக்குறிப்பு ஒவ்வோர் இதழிலும் வெளியிடப்பட்டது. இதைவிடத் தகுதியான இடம் வேறு எது இருக்க முடியும்?



எனினும், ஜோர்டன் தனது கட்டுரை விரைவில் வெளியிடப்பட்டதைக் கண்டு வியப்படைந்தார். பின்னர் அவர் சஞ்சிகை ஆசிரியருக்கு (அப்போது திண்மை நிறமாலை மானியைக் கண்டுபிடித்த ஆஸ்டன் பிரபு ஆசிரியராக இருந்தார்) அவருடைய சஞ்சிகையை அவ்வப்போது படிக்கும்படி கூறி, ஒரு துடுக்கான கடிதத்தை எழுதினார். அதற்கு ஆஸ்டன் உண்மையான பிரிட்டிஷ் அமைதியுடன் ''நான் உளறல்களைப் படிப்பதில்லை'' என்று பதில் எழுதினார்.

இந்தக் கேலிக்கூத்து சஞ்சிகையின் செல்வாக்கைச் சிறிதும் குறைக்கவில்லை. இன்றுகூட ஒரு விஞ்ஞானி ஒரு கண்டுபிடிப்பைச் சாத்தியமான அளவு அதிகமான சக ஆராய்ச்சியாளர்களுக்குத் தெரியப்படுத்த வேண்டுமென்றால் அவர் ஒரு சுருக்கமான கட்டுரையை எழுதி அதை ஒரு கடிதமாக 'நேச்சரின்' ஆசிரியருக்கு அனுப்புகிறார். உலகெங்கும் வாசகர்கள் ஒவ்வொரு புதிய இதழிலும் 'ஆசிரியருக்குக் கடிதங்கள்' பக்கத்தைப் புரட்டிப் பார்க்கிறார்கள். சுவையுள்ள பல விஷயங்களை அங்கு அடிக்கடி ஒருவர் காணலாம்.

*1953*இல் 'நேச்சரின்' *171*வது மலரின் ஓர் இதழில் ''டியாக்ஸிரைபோநூக்ளியிக் அமிலத்தின் பெரு மூலக்கூறு

அமைப்புபற்றி'' எப்.எச்.ஸி.கிரிக் மற்றும் ஜே.டி.வாட்சன் ஆகியோரால் எழுதப்பட்டதும் ஆசிரியருக்கு எழுதப்படும் மற்றகடிதங்கள் போன்றே சிறியதுமான ஓர் அறிக்கை வெளியி டப்பட்டது. ஒரு பக்கத்திற்கும் குறைவான நீளமுடைய இந்தச் சுருக்கமான கட்டுரை அவர்களுடைய பெயர்களை மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி அல்லது நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் இவற்றின் பிரச்சினைகளில் ஆர்வமுள்ள எல்லா விஞ்ஞானி களிடையேயும் பிரபலமாக்கியது.

அந்தக் கட்டுரை ஏன் அவ்வளவு புகழ் பெற்றதாக இருந்தது? அதனுடைய ஆசிரியர்கள் சாதித்தது என்ன? அதனுடைய தலைப்பே சுட்டிக்காட்டுவது போல அது DNA ன் அமைப்பைப் பற்றிக் கூறியது. அந்த முறை அடிப்படை யில் பின் வருவதாக இருந்தது. ஒரு படிகத்தின் மூலம் எக்ஸ்-கதிர்களைச் செலுத்தினால் அவை படிகத்தில் அணுக் களின் இடத்திற்கு இயைந்து புள்ளிகளாலான ஒரு படத் தைப் புகைப்படப் பிளேட்டில் தோற்றுவிக்கும். ஆனால், அவ்வாறு பெறப்பட்ட படம் மூலக்கூறின் 'உருவப் படமா கவே' இருக்காது. ஒரு எக்ஸ்-கதிர் படத்தைப் புரிந்து கொண்டு, அதிலிருந்து அணுக்களின் அமைப்பு முறையை நிர்ணயிக்கச் சிக்கலான கணக்கீடுகளும், விரிவான மற்றும் ஆழ்ந்த விசேஷமான அறிவும் மிகுந்த கற்பனையும் தேவைப் படுகின்றன. ஆனால் DNAஐப் பொருத்த மட்டில் அந்தப் படத்தை எடுப்பதிலேயே சில குறிப்பிட்ட கஷ்டங்கள் உள் ளார்ந்துள்ளன.

எக்ஸ்-கதிர் சிதறல் மூலம் DNA மூலக்கூறின் அமைப் பைப் புரிந்துகொள்ளச் செய்யப்பட்ட முயற்சிகள் நாற்பது களின் முதல் பாதியில் இருந்து தொடங்குகின்றன. ஆனால், அப்போது எடுக்கப்பட்ட படங்கள் முற்றிலும் புரிந்துகொள் ளப்பட முடியாதவையாக இருந்தமையால் திட்டவட்டமான முடிவுகளை எடுப்பது சாத்தியமற்றதாக இருந்தது, எனி னும் ஆங்கிலேயர் வில்கின்ஸும் அவருடைய சகாக்களில் ஒரு குழுவும் நெடிய மற்றும் பிரயாசை மிக்க முயற்சிக ளுக்குப் பின்பு மிகச் சிறந்த புகைப்படங்களைத் தயாரிப் பதில் வெற்றி பெற்றார்கள். ஆனால் அவற்றை அவர்களால் விளக்க முடியவில்லை. எக்ஸ்-கதிர் சிதறல் படங்களை எடுப் பதில் அவர்கள் சிறந்த நிபுணர்களாக இருந்த போதிலும்

அவற்றை விளக்குவதில் அவர்கள் நிபுணர்களாக இருக்க வில்லை. இதில் வியப்பு ஒன்றுமில்லை. ஏனெனில், நவீன விஞ்ஞானத்தில் விசேஷ அறிவின் மட்டம் அவ்வளவு உயர் வாக உள்ளது. வாட்சன் மற்றும் கிரிக் ஆகியோர்தான் அப் படங்களை விளக்கினர்.

அவர்களது பார்வைக்கு DNA மூலக்கூறு எவ்வாறு காட்சி அளிக்கிறது? அதை ஒரு சுருளாகத் திருகப்பட்ட ஏணிக்கு ஒப்பிடலாம். நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் நியூக்ளியோடைடுகளால் ஆனவை என்பதையும் ஒவ்வொரு நியூக்ளியோடைடும் ஒரு சர்க்கரை, பாஸ்பேட், ஒரு பேஸ் என மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது என்பதையும் நாம் ஏற்கெனவே அறிவோம். நியூக்ளியோடைடுகள் நீண்ட சங்கிலிகளாக இணைக்கப்பட் டுள்ளன. இந்தச் சங்கிலியின் முதன்மையான இழை ஒன் றோடொன்று மாறி மாறி அமைந்துள்ள சர்க்கரை மற்றும் பாஸ்பேட் மூலக்கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. பேஸ்கள் ஒரு பக்கமாக நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. சுருள் ஏணியுடன் செய்யப்பட்ட ஒப்புமையைத் தொடர்ந்து செய்தோமா னால், சர்க்கரை-பாஸ்பேட் சங்கிலிகள் ஏணியின் கால்களை ஒத்துள்ளன. இரண்டு சங்கிலிகளின் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்ட பேஸ்கள் படிக்கட்டுகளாக உள்ளன. இது தான் DNA மூலக்கூறு எவ்வாறு கட்டப்பட்டிருக்கிறது என் பது பற்றிய பொதுவான விவரமாகும்.

ஆனால் மிகவும் சுவையான விவரம் மற்றொன்றாகும். எக்ஸ்-கதிர் சிதறல் படம் DNA ஓர் இரட்டைச் சுருளாக இருக்கிறது என்பதைக் காட்டியதோடு மட்டுமல்லாது அதன் விட்டத்தையும் அதாவது சுருள்களுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தையும் ஒரு வார்த்தையில் சொன்னால் மிக நுண் ணிய ஓர் அளவையும் வெளிப்படுத்தியது. DNA யிலுள்ள தனிப்பட்ட அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று எவ்வாறு இணைந் துள்ளன என்பதை இரசாயனவியலாளர்கள் ஏற்கெனவே அறிந்திருந்ததால், இரசாயனப் புள்ளி விவரத்தை எக்ஸ்-கதிர் சிதறல் படத்திற்கு இயைந்ததாக்க வேண்டியிருந்தது.

அவை இயைந்து விடுமேயானால், DNAயின் அமைப்பு சரியாக விவரிக்கப்பட்டு விட்டது என்று பொருள்படும். ஏறுமாறுகள் இருந்தால் மாதிரி வடிவம் உண்மை விவரங் களுக்கு இயைந்ததாக இல்லை என்று பொருள்படும். ஆனால்

அணுக்கள் அனைத்தையும் ஏணியில் பொருந்துவது எளி தான பணியாக இருக்கவில்லை. அணுக்கள்ஒன்றிலிருந்து ஒன்று ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தில் இருக்கும்போதுதான் அவற்றால் இரசாயன பிணைப்புகளை ஏற்படுத்திக்கொள்ள முடியும். மற்றும் இரசாயன பிணைப்புகள் திட்டவட்டமான கோணங்களில் இருக்க வேண்டும். அவையே பொருளினு டைய அமைப்பின் விதிகளாக உள்ளன. இயற்கை தனது விதிகள் கடைப்பிடிக்கப்பட வேண்டுமென்று கட்டளை இருக் கிறது. இந்தத் தூரங்களும் கோணங்களும் மிக மிகக் குறைந்த வரம்புகளுக்குள்ளேயே வேறுபட முடியும்.

கிரிக் மற்றும் வாட்சன் ஆகியோர் அவர்களுடைய ஏணி யில் அணுக்களை இயற்கை விதிகளுக்கு இயைந்து வரிசைப் படுத்தினார்கள். முதலில் நன்றாகவே நடந்தது. ''ஏணிக் கால்களில்'' அணுக்கள் அனைத்தும் துல்லியமாகப் பொருந் தின. ஆனால் ''படிக்கட்டுகளுக்கு'' வந்த போது தடை ஒன்று தோன்றியது.

இங்கு நாம் மீண்டும் இரசாயனவியலுக்குச் செல்ல வேண்டும். நாம் ஏற்கெனவே அறிந்தது போல DNA யில் நான்கு வகை பேஸ்கள் உள்ளன. அவற்றின் சூத்திரம் ஓர ளவு சிக்கலானது. ஆனால் அவற்றை நாம் விரிவாகப் பரிசீ லனை செய்ய வேண்டியதில்லை. இந்தப் பேஸ்களில் இரண்டு தைமீன் மற்றும் சிடோஸீன் (Thymine and cytosine) — T என்றும் C என்றும் சுருக்கமாக அழைக்கப்படுகின் றன—என்பவை பிரிமிடீன் தொகுதி என அழைக்கப்படும் தொகுதியைச் சார்ந்தவை. அவை ஓரளவு சிறிதாக உள் ளன. மற்ற இரண்டும் அடினீன் (A), குயானீன்—Guanine —(G) ப்யூரீன் (Purine) தொகுதியைச் சேர்ந்தவை. அவை தங்களது பிரிமிடீன் சகாக்களைவிட ஏறத்தாழ இரண்டு மடங்கு பெரிதாக உள்ளன. இரண்டு பேஸ்கள் பெரிதாக உள்ளன, இரண்டு சிறிதாக உள்ளன என்பதை நினைவில் வைத்துக்கொண்டாலே போதும். ஏணியின் ஒவ்வொரு படி யும் இணைந்த பேஸ்களின் ஒரு ஜோடியால் ஆக்கப்பட வேண்டியிருந்தது. சுருளினில் உள்ளே இரண்டு ப்யூரின்க ளுக்குப் போதுமான இடம் இருக்கவில்லை. ஆனால் இரண்டு பிரிமிடீன்கள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று வெகுவாக விலகி இருந் ததால், அவற்றால் இரசாயனப் பிணைப்பை ஏற்படுத்த

முடியவில்லை. ஒரு ப்யூரினும் ஒரு பிரமிடீனும் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டால் மட்டுமே அவற்றின் அளவு சுருளின் விட்டத்திற்குத் துல்லியமாக இயந்ததாக இருந்தது. மேலும் இணைக்கப்பட வேண்டிய அணுக்கள், பாதி சந்தர்ப்பங்க ளில் மூலக்கூறுகளின் எதிர் எதிர் முனைகளில் இருந்ததால், பிணைப்பை ஏற்படுத்திக்கொள்ள முடியவில்லை. இரண்டு ஜோடிகள் மட்டுமே எல்லாத் தேவைகளையும் பூர்த்தி செய் தன: Aயும் Tயும், Gயும், Cயும். அது இரசாயன விவரங்க ளுக்கு ஒத்ததாக இருந்தது. பெலோஸெர்ஸ்கி மற்றும் சார் காஃபின் மேலே குறிப்பிட்ட பரிசோதனைகளில் DNA மாதி ரிகள் அனைத்திலும் Aயின் அளவு Tக்கும் Gயின் அளவு Cக்கும் சமமாக இருந்தது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

அவர்களுடைய ஆராய்ச்சியின் முழுமையான முக்கியத்துவத் தைத் தெரிந்துகொள்ள நாம் பின்வருமாறு (DNA இரட்டைச் சுருளில் A எப்போதும் Tக்கு எதிராகவும் G எப்போதும் Cக்கு எதிராகவும் இருக்க வேண்டுமென்பதை ஒரு போதும் மறந்து விடாமல்) வாதிப்போம். ஒரு DNA சங்கிலியில் பேஸ் களின் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசை எடுத்துக்காட்டான ...A-G-C-T-T-G-G... என்பது இருப்பதாகக் கற்பனை செய்துகொள் ளுங்கள். ஜோடிகள் உருவாவதற்கான விதியை நினைவு படுத்திக்கொண்டால், நம்மால் மற்றொரு சங்கிலியில் பேஸ் களின் வரிசை பின் வருமாறு, அதாவது...T-C-G-A-A-C-C... ஆக இருக்குமென்று உடனே கூற முடியும். எனவே, மூலக்கூறின் இந்தப் பகுதி பின் வருமாறு காட்சி அளிக்க வேண்டும்:

...A—G—C—T—T—G—G...
...T—C—G—A—A—C—C...

இரட்டைச் சுருள் தனித்தனிச் சுருளாகப் பிரிந்து விட் டது என்றும் அவை ஒவ்வொன்றின் அருகிலும் ஒரு புதிய சுருள் உண்டாகத் தொடங்கி விட்டது. என்றும் இப்போது நாம் கருதிக்கொள்வோம். அப்போது என்ன நேரிடும்? நாம் பின் வரும் சேர்மானத்தைப் பெறுவோம் என்பதைக் காண் பது எளிது (பழைய சங்கிலிகளையும் புதியனவற்றையும் பிரித்துக் காண்பதற்காக நாம் புதிய பேஸ்களைச் சிறிய எழுத்துகளால் குறிப்பிடுவோம். எனினும், உண்மையில்

அவற்றிற்கும் பழைய பேஸ்களுக்கும் இடையே வேறுபாடு எதுவும் இல்லை):

...A—G—C—T—T—G—G...
...t—c—g—a—a—c—c...
...a—g—c—t—t—g—g...
...T—C—G—A—A—C—C...

நாம் இங்கே காண்பது என்ன? ஒவ்வொன்றும் தொடக்க மூலக்கூறு போன்றே உள்ள இரண்டு மூலக்கூறுகள் அதன் பொருளை நீங்கள் புரிந்து கொள்கிறீர்களா? இவைதாம், கோல்த்ஸேவ், 1927இல் முன்கூட்டியே கூறிய இரட்டிக்கும் மூலக்கூறுகள். ஆனால் அவர் அவற்றைப் புரதங்கள் என்று கருதினார். ஏனெனில், அன்று நியூக்ளியிக் அமிலங்களை எவரும் சந்தேகிக்கவில்லை. ஆனால், அத்தகைய பண்பை DNA கொண்டிருந்தது என்பது அதைப் பற்றித் தெரிந்திருந்த விவரங்களைக் கொண்டு பார்க்கும்போது வியப்பாக இருக்கவில்லை. மற்றும் அதனுடைய மூலக்கூறின் அமைப்பு தானே அதன் சுய இரட்டிப்புக்கான வியத்தகு திறனைச் சுட்டிக் காட்டியது. ஆனால், அதை இன்னும் நிரூபிக்க வேண்டி இருந்தது.

வாட்சனும் கிரிக்கும் தங்களது கண்டுபிடிப்பைக் குறைத்து மதிப்பிட்டார்கள் என்று அவர்கள்மேல் குற்றம் சாட்ட முடியாது. நாம் இங்கு குறிப்பிட்ட முடிவுகள் அனைத்தும் (வேறு சிலவும்) அவர்கள் 'நேச்சரின்' ஆசிரியருக்கு எழுதிய கடிதத்தில் குறிப்பிடப்பட்டிருந்தன.

தத்துவார்த்திகள் பங்கு கொள்கிறார்கள்

மரபியல் சங்கேதத்தைப் புரிந்துகொள்வது புதிரான கல்வெட்டுகளை விளக்குவதோடு பல சந்தர்ப்பங்களில் ஒப்பிடப்படுகிறது. உண்மையில் அவை இரண்டிற்கும் இடையே சற்று ஆழ்ந்த ஒற்றுமை உள்ளது.

நாம் பல சந்தர்ப்பங்களில் கல்வெட்டுகளை விளக்க வேண்டியிருக்கிறது. பல மறைவாசகங்கள் சஞ்சிகைகளின் ''புதிர் மூலை'' ஒவ்வொன்றிலும் காணப்படுகிறது. மக்கள்,

இராணுவத்திலும் செய்திப் போக்குவரத்தின் தத்துவார்த்தம் மற்றும் நடைமுறையிலும் வரலாற்று ஆராய்ச்சியிலும் தொல்பொருள் ஆராய்ச்சியிலும் சங்கேத மொழிகளுடன் அதிகாரப் பூர்வமான தொடர்பு கொண்டுள்ளார்கள். பிரச்சினைகள் அனைத்தையும் இரண்டு தொகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். கல்வெட்டின் மொழி தெரிந்தவை, கல்வெட்டின் மொழி தெரியாதவை. இரண்டாவது தொகுதி வேண்டுமென்றே சங்கேதமாக்கப்பட்டதல்ல. அது மொழியையே புரிந்துகொள்ளும்—மறக்கப்பட்டு விட்ட ஆதிக்கால மொழிகளைப் படிப்பதற்குச் செய்யப்பட வேண்டியிருப்பது போல—பிரச்சினையாகும். முதல் தொகுதி பிற வகைகள் அனைத்தையும் தழுவுகிறது. வேண்டுமென்றே சங்கேதமாக்கப்பட்ட கல்வெட்டுகளை (முதல் தொகுதி) விளக்குவது மறைத்து வைப்பதற்கு எந்த முயற்சியும் செய்யாமல் நமக்குத் தெரியாத ஒரு மொழியே எழுதப்பட்டுள்ள கல்வெட்டுகளை விளக்குவதைவிட எளிதானது. மேலெழுந்தவாரியாகப் பார்க்கும்போது இது விநோதமாகத் தோன்றலாம். இவ்விரண்டையும் விடுவிப்பதற்கு முற்றிலும் வேறுபட்ட முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

நாம் முதலாவது தொகுதியில் இருந்து தொடங்குவோம். ஒருவர் ஒவ்வோர் எழுத்துக்கும் தந்திரம் மிக்க அடையாளக் குறியைப் பயன்படுத்தி, ஓர் இரகசிய மொழியைக் கண்டுபிடித்து அதை அவர் தனது சங்கேதத்தைக் குறித்து வைத்துள்ள காகிதம் இன்றி (அதாவது ''சாவி''யின்றி) எவராலும் புரிந்துகொள்ள முடியாது என்று உறுதியாக நம்புவதாக வைத்துக்கொள்வோம். அவர் ஏமாற்றம் அடைவார். அத்தகைய சங்கேதங்கள் புரிந்துகொள்வதற்கு எளிதானவை. அதற்கு அந்தச் சங்கேதத்தால் குறிப்பிடப்படும் நீண்ட செய்தி ஒன்றே தேவைப்படுகிறது.

அது எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது என்பது, அல்லன் போவின் புகழ் பெற்ற கதையாகிய 'தங்கப் பூச்சி' யில் கவர்ச்சிகரமாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. அது ஒரு புதையல் ஒளித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்தைப் புதிரான அடையாளக் குறிகளால் குறிப்பிடும் ஒரு செய்தியைப் பொருத்தது. அதில் ஒரே அடையாளக் குறி எத்தனை முறை வருகிறது என்பதைக் கதாநாயகர் கணக்கிட்டார். "e" என்னும்

எழுத்து மிகவும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு ஆங்கில மொழியில் அச்செய்தி எழுதப்பட்டிருந்தது என்று முன்னரே தெரிந்திருந்ததால், அவர் மிகவும் அடிக்கடி காணப்படும் அடையாளக் குறி "e"ஐக் குறிக்கிறது என்ற கருதிக்கொண்டார். இந்த அடையாளக் குறிகள் இரண்டு இரண்டாக அடிக்கடி காணப்பட்டது. இவ்வாறு கருதிக்கொண்டதற்கு மற்றொரு காரணமாகும். ee என்ற சேர்மானமும் ஆங்கிலத்தில் அடிக்கடி காணப்படுகிறது. இந்தப் புள்ளி விவர இயல் முறை மூலம் பல எழுத்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்பு சில சொற்கள் அவற்றில் சில எழுத்துகள் விடப்பட்டிருந்த போதிலுங்கூடப் புரியத் தொடங்கின. இவ்வாறு சொற்கள் புரிந்துகொள்ளப்பட்ட பின்பு விடப்பட்டிருந்த எழுத்துகளை யூகிக்க முடிந்தது. இவ்வாறு செய்து அவர் செய்தியைப் படிப்பதில் வெற்றி அடைந்து புதையலைப் பெற்றார்.

அத்தகைய சங்கேதங்கள் சொற்களின் எழுத்துகள் தோன்றும் தடவைகள், அவற்றின் மிக அதிகமான சேர்மானம், இன்ன பிறவற்றைக் கொண்டே பொதுவாகப் புரிந்து கொள்ளப்படுகின்றன.

புத்தக சங்கேதம் என்று அழைக்கப்படுவதே முதல் வகை சங்கேதங்களில் புரிந்துகொள்வதற்கு மிகவும் கடினமானதாகும். நாம் சங்கேதச் செய்திகளைப் பரிமாறிக் கொள்ள முடிவு செய்கிறோம் என்று வைத்துக்கொள்வோம். எழுத்துகளை எழுதுவதற்குப் பதிலாக நாம் முற்றிலும் ஒரே மாதிரியான இரண்டு புத்தகங்களை எடுத்துக்கொண்டு அதில் அந்த எழுத்து எந்தப் பக்கத்தில் எந்த இடத்தில் காணப்படுகிறது என்று எழுத ஒப்புக்கொள்கிறோம். எனவே ஒரே எழுத்து ஒரு சமயத்தில் எண்ணிக்கைகளின் ஒரு சேர்மானத்தாலும் மற்றொரு சமயத்தில் மற்றொரு சேர்மானத்தாலும் குறிப்பிடப்படும். அத்தகைய செய்திகளைப் புரிந்துகொள்வதில் முதன்மையான கஷ்டம் என்னவென்றால், ஒரே எழுத்து வெவ்வேறு வகைகளின் சங்கேதப்படுத்தப்பட்டிருக்கலாம். இத்தகைய சங்கேதம் சீரழிந்தது என்று கூறப்படுகிறது. அதையும் ஒரு ''சாவி'' யின்றிப் புரிந்துகொள்ள முடியும். அதற்குச் சங்கேதத்தால் ஆன நீண்ட ஒரு செய்தியே தேவைப்படுகிறது. பொதுவாக, செய்தியின் நீளம் அதிகமாகும்போது அதைப் புரிந்துகொள்

வதும் எளிது. ''சாவிகள்'' அடிக்கடி மாற்றப்படுவதற்குஅதுவே குறிப்பிட்ட காரணமாகும்.

ஆனால் தெரியாத மொழியில் உள்ள செய்திகள் எவ்வாறு புரிந்து கொள்ளப்படுகின்றன? இதற்கு நன்கு தெரிந்த எடுத்துக்காட்டு ஆதிக் கால ஈஜிப்தின் சித்திர எழுத்துகளேயாகும். இதில் கல்வெட்டுகள் விரிவாகக் காணப்பட்டுக் கவனத்தைப் பெரிதும் கவர்ந்தன. பல நூற்றாண்டுகளாக அறிஞர்கள், அவற்றின் புதிரை ஊடுருவ முயற்சி செய்த பின்புஅது சாத்தியமற்றது என்று முடிவெடுத்தார்கள். சித்திரஎழுத்துகளைப் புரிந்து கொள்ளலாம் என்ற நம்பிக்கை சிறிது காலமாகக் கைவிடப்பட்டு விட்டது என்று நிபுணர்களில் ஒருவர் 1802இல் எழுதினார். அவர் அவ்வளவு சிறந்த தீர்க்கதரிசியாக இருக்கவில்லை. 1822இல் ஜீன் பிராங்காய் சாம்போலியான் என்ற இளம் பிரெஞ்சுக்காரரர்''நான்அதைச் செய்து விட்டேன்'' என்ற வரலாற்றுப் புகழ் பெற்ற அறிவிப்பை வெளியிட்டார்.

பல நூற்றாண்டுகள் பழைமையான இந்தப் புதிர் அற்புதமான கண்டுபிடிப்பு ஒன்றின் விளைவாக விடுவிக்கப்பட்டது. நெப்போலியனின் ஈஜிப்து படையெடுப்பின் போது மேலும் துல்லியமாகச் சொன்னால் குடியரசின் VII ஆண்டின் 2வது பிரிக்டிடாரில் (Fructidor) —ஆகஸ்டு 2, 1799— இராணுவத் தலைமையகத்தில் ஓர் அலுவலராகிய பௌசார்டு ரஷ்டிலிருந்து (Roseta) ஏழு கிலோமீட்டர் தொலைவில் இருந்த ஜுலியன் கோட்டையின் அரண்மனைகளைப் பழுது பார்க்கும்படி தனது சேனை வீரர்களுக்குக் கட்டளையிட்டார். இராணுவத்தினர் ஒருவரின் மண்வெட்டி கடினமான ஏதோ ஒன்றின்மீது மோதியது. அந்த ''ஏதோ

ஒன்றைத்'' தோண்டி எடுத்த போது, அது அடையாளக் குறிகள் பலவற்றைக் கொண்டதும் கருங்கல்லினால் ஆனது மான பலகையாக இருந்தது. அதைக் கூர்ந்து பரிசீலனை செய்த போது, அப்பலகையில் (இது ரோஸெட்டா கல் என்று பின்னர் அழைக்கப்பட்டது) மூன்று கல்வெட்டுகள் இருந்தன என்று தெரிந்தது. மேலே இருந்த கல்வெட்டு நீண்ட காலமாகத் தெரிந்த ஆனால் புதிரான சித்திர எழுத்தாக இருந்தது. நடுவில் இருந்தது முற்றிலும் தெரியாததாக இருந்தது; கீழே இருந்தது கிரேக்க மொழியில் இருந்தது.

நெப்போலியனின் தளபதிகளில் சிலர் கிரேக்க மொழியை நன்கு அறிந்திருந்ததால், அவர்களால் மூன்றாவது கல்வெட்டை உடனடியாகப் படிக்க முடிந்தது. அது கி.மு. 196ஐச் சேர்ந்த ஒரு கட்டளையாகும். அதில் மெம்பிஸ் பூசாரிகள், அவர்களது கோவில்களுக்குத் தாலமி V எபிபானெஸ் என்ற அரசர் அளித்த சலுகைகளுக்கு நன்றி தெரிவிக்கும் வகையில், அரசருக்கும் அவரது மூதாதையர்களுக்கும் ஈஜிப்திய கோவில்களில் அளிக்கப்பட்ட கௌரவ உரிமைகளை விரிவாக்கினார். அந்தக் கட்டளை நினைவுக்கல் மொழியிலும், கிரேக்க மொழியிலும் பொறிக்கப்பட வேண்டுமென்றும் அது கூறியது. மூன்று கல்வெட்டுகளுக்கும் பொதுவான பொருளைக் கொண்டிருந்தன என்பதே இதன் பொருள். அறிஞர்கள் பல நூற்றாண்டுகளாகக் கனவு கொண்டிருந்த ஒன்றாக அது இருந்தது. இரண்டை மொழிச் செய்தி என்பது இரண்டு மொழிகளில் ஒரே வாசகத்தைக் கொண்டதும் அம்மொழிகளில் ஒன்று ஏற்கெனவே தெரிந்ததாகவும் இருக்கும் வாசகம் ஆகும். இங்கு இரட்டை மொழி அல்ல, மூன்று மொழிகளில் ஒரு வாசகம் இருந்தது. அப்போதுங்கூட அதன் உதவியுடன் சித்திர எழுத்தைப் புரிந்துகொள்வது அவ்வளவு எளிதாக இருக்கவில்லை. ரோஸெட்டா கல்லையும், பின்னர் ஈஜிப்திய சித்திர எழுத்தையும் புரிந்துகொண்ட கதையை நான் கூற மாட்டேன். ரோஸெட்டா கல்லைக் கண்டுபிடித்ததன் மூலம் அது சாத்தியமாயிற்று என்பதை நினைவில் வைத்துக்கொண்டால் போதும்.

அதைப் புரிந்துகொண்ட கதை பன்முறை கூறப்பட்டுள்

ளது. இன்று முன்னர்த் தெரிந்திராத பல ஆதிக்கால மொழி கள்—ஆதிக்கால பெர்ஸியன், மெஸெபெடோமியாவைச் சேர்ந்த கியூனிபாம் எழுத்துகள், ஹிட்டைட்டைச் சேர்ந்த சித்திர எழுத்துகள், யுகாரிட் மற்றும் பிப்லாஸ் மொழிகள், சைப்பிரஸ் நாட்டுச் சொற்களுக்கு, கிரீட்—மைஸீனியா வின் நேர்க் கோட்டு எழுத்து ஆகியவை—புரிந்துகொள் ளப்பட்டுள்ளன. அவற்றைப் புரிந்துகொண்டதன் வரலாற் றை நாம் திரும்பிப் பார்த்தோமேயானால், அநேகமாக எப்போதும் இரட்டை மொழி வாசகம் அதற்கு உதவியது என்பதைக் காண்போம்.

இவ்வாறு தெரிந்த மொழியில் உள்ள வாசகத்தைப் புரிந்துகொள்ள மொழி அமைப்பின் அடிப்படையில் அமைந்த புள்ளி விவர இயல் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகி றது. தெரியாத மொழியில் உள்ள வாசத்தைப் புரிந்து கொள்ள இரட்டை மொழி வாசகம் ஒன்றின் உதவி நாடப் படுகிறது. மரபியல் சங்கேதத்தின் பிரச்சினை தெளிவாக இரண்டாவது தொகுதியைச் சேர்ந்ததாகும். ஏனெனில், நமக்கு DNAயின் மொழி தெரியாது. எனவே, நமக்கு ஓர் இரட்டை மொழிச் செய்தி தேவை. அதைப் புரதத்தில் அமினோ அமிலங்களின் வரிசையையும் அப்புரதத்திற்கான சங்கேதத்தை அளிக்கும் DNAயில் நியூக்ளியோடைடுகளின் வரிசையையும் பற்றிய புள்ளி விவரங்கள் நமக்குக் கொடுக்க முடியும். நாம் இப்போது எக்காலத்தைப் பற்றிய பேசிக் கொண்டிருக்கிறோமோ அந்தக் காலத்தில் புரதங்களில் அமி னோ அமிலங்களின் வரிசையை நிர்ணயிப்பது அப்போது தான் தொடங்கி இருந்தது. ஆனால், நியூக்ளியிக் அமிலங்க ளில் நியூக்ளியோடைடுகளின் வரிசையைப் பற்றி நமக்குத் தெரியாது. ஓரளவு சிறிய மூலக்கூறில் நியூக்ளியோடைடுக ளின் வரிசையை விளக்கிய முதல் கட்டுரை 1964 வரை வெளிவரவில்லை. அதற்கு நமக்குத் தெரிந்திருந்த அத் தனை முறைகளையும் ஒருசேரப் பயன்படுத்த வேண்டி இருந்தது.

மரபியல் சங்கேதத்தைப் புரிந்துகொள்ள இரட்டை மொழிச் செய்தி ஒன்று தேவைப்பட்டது. அவ்வாறு ஒன்று இல்லாதிருந்ததால், அதை விடுவிப்பதற்கு இன்னும் காலம் வரவில்லை, ஆனால், ஒரு விடை கிடைக்கும் வரை காத்தி

ருக்க முடியாத வகையில் மனிதனின் மனம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. மரபியல் சங்கேதம் ஒன்று இருக்கிறது என்பதும் நியூக்ளியோடைடுகளின் வரிசைகளுக்கும் அமினோ அமிலங்களின் வரிசைகளுக்கும் இடையே தொடர்பு ஒன்று இருக்கிறது என்பதும் தெரிந்ததில் இருந்து விஞ்ஞானிகள் அதைத் தெரிந்துகொள்ளும் முயற்சியில் தளரவில்லை. சாத்தியமற்றது சாதிக்கப்பட்டது. நியூக்ளியிக் அமிலத்தில் என்ன எழுதப்பட்டிருக்கிறது என்பதை நம்மால் படிக்க முடியாவிட்டாலும் மரபியல் சங்கேதம் புரிந்துகொள்ளப்பட்டு விட்டது.

வெற்றி ஒரே நாளில் கிடைத்து விடவில்லை. பல மக்கள் பரிசோதனையாளர்கள், தத்துவார்த்திகள் இருவருமே அந்த மாபெரும் கண்டுபிடிப்பிற்கு அடிப்படை அமைப்பதற்கு அடிமை மாலுமிகளைப் போல உழைக்க வேண்டியிருந்தது.

தத்துவார்த்திகள் முதலில் பணியைத் தொடங்கினார்கள். அவர்களுக்கு ஒரு பென்சிலையும் காகிதத்தையும் தவிர வேறு எதுவுமே தேவைப்படவில்லை. (அவர்கள் தோளின் மேல் ஒரு தலையும் தேவைப்பட்டது என்பது உண்மையே) அவர்கள் பின் வருமாறு வாதித்தார்கள்: இரட்டை மொழி வாசகம் நமக்குக் கிடைக்காமலிருப்பதாலும் மொழி நமக்குத் தெரியாமலிருப்பதாலும் சங்கேதத்தை நாம் அதன்

மொழி தெரியும் என்று வைத்துக்கொண்டே அணுக வேண்டும். நாம் பற்றிக் கொள்வதற்கு ஏதோ ஒன்று வேண்டும். மற்றும் புரதங்களைக் கட்டும் ''வேலையாளர்களுக்கு'' நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் இடும் கட்டளையின் ''இலக்கணத்தை'' யூகிக்க வேண்டும்.

தத்துவார்த்த பூர்வமான ஆராய்ச்சிகள் பல இருந்த போதிலும் அவை மட்டுமே பிரச்சினையை விடுவிக்க முடியாது. பரிசோதனையாளர்களே இதற்கு முடிவு கூற வேண்டும். DNA, சுய இரட்டிப்புத்திறன் உடையது மற்றும் அது புரதங்களின் அமைப்பை நிர்ணயம் செய்தது என்பவை போன்ற அடிப்படைக் கருத்துகளைக்கூடச் செயல் முறையில் எடுத்துக் காட்ட வேண்டியிருந்தது. அதனோடு சங்கேதத்தைப் புரிந்துகொள்வதற்கான பரிசோதனை முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட வேண்டியிருந்தது.

மனிதன் தயாரித்த நியூக்ளியிக் அமிலம்

எந்த ஓர் இயற்கை நிகழ்வும் அது மனிதனாலேயே திரும்பச் செய்து காட்டப்படாவிட்டால் முற்றிலும் புரிந்துகொள்ளப்பட்டு விட்டதாகக் கருத முடியாது. நியூக்ளியிக் அமிலங்களைப் பொருத்த மட்டில் முன்னேற்றம் மிகவும் மெதுவாக நடந்தது. நியூக்ளியிக் அமிலத்தைச் செயற்கை முறையிலே தயாரித்த பெருமை ஸெவெரே ஓகா ஆவிற்குக் கிடைத்தது. 1955இல் அவர் அவருடைய ஆய்வுக்கூடத்தில் சேர்ந்திருந்த மாரியன்னி கிரன்பெர்க்-மனாகோ என்ற இளம் பிரஞ்சுப் பெண்மணியுடன் கூட்டாக ஆராய்ச்சி செய்த போது பாக்டீரியாவின் செல்லில் இருந்து அது வரை தெரிந்திராத ஒரு நொதியைத் தனிமைப்படுத்துவதில் வெற்றி பெற்றார். அந்த நொதி வியத்தகு பண்புகளைப் பெற்றிருந்தது. அதன் முன்னிலையில் தனிப்பட்ட நியூக்ளியோடைடுகள் நீண்ட சங்கிலிகளாக இணைந்தன. அதனால் தோன்றும் பாலிமெர்கள் இயற்கை RNAஐப் போன்றே இருந்தன. இதற்கு அசாதாரணமான நியூக்ளியோடைடுகள் எடுத்துக் கொள்ளப்பட வேண்டியிருந்தது மற்றும் அவற்றை இணைவதற்குப் பெருமளவு ஆற்றலும் தேவைப்பட்டது. வாழ்க்கைக் கிரியைகளின்போது ஆற்றல் சாதாரணமாகப் பெரும்

பாலும் பாஸ்பரஸ் இணைப்புகளிலேயே சேகரித்து வைக் கப்படுகிறது. எனவே, RNAஐ உண்டாக்கக் கூடுதலான பாஸ் பரஸ் கூறுகளைக்கொண்ட நியூக்ளியோடைடுகள் பயன்ப டுத்தப்படுகின்றன. அவை தண்டிக்கப்படும்போது தேவை யான ஆற்றல் கிடைக்கிறது.

இது ஒரு தலைசிறந்த வெற்றியாக இருந்தது. ஏனெ னில், அது நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் மீது மனிதன் கொண்ட ஆதிக்கத்திற்கு முதல் அடியாக இருந்தது. இந்தக் கண்டு பிடிப்பு ஒகாஆவிற்கு 1959இல் ஒரு நோபல் பரிசைப் பெற் றும் தந்தது. ஆனால், அவருடைய ஆராய்ச்சியின் முக்கி யத்துவம் நாம் இங்கு கூறியதற்கும் அப்பாற்பட்டது. சிறிது காலத்திற்குப் பின்பு அது மரபுச் சங்கேதத்தைப் புரிந்து கொள்வதில் விசேஷ பங்கு வகித்தது என்பதை நீங்கள் காண் பீர்கள்.

இவ்வாறு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட நொதி, அது தொடக்கத் தில் எந்தப் பாக்டீரியாவிலிருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்ட தோ அதில் மட்டுந்தான் இருக்கிறது என்பதில்லை என்று பின்னர் செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் எடுத்துக் காட்டின. அது எதிர் பார்க்கப்பட வேண்டியதே. ஏனெனில் இயற் கையின் விதிகள் பொதுவாகச் சர்வ வியாபகமானவை. விரைவில் DNAயும் சோதனைக்குழாய்களில் உண்டாக்கப் பட்டுள்ளது. இதன் செயல்முறை, RNAக்குப் பயன்படுத்தப் பட்ட செயல்முறையைப் பெரிதும் ஒத்திருந்தது. ஆனால், அதன் விவரங்களில் ஒன்று வேறுபட்டதாகவும் மிகவும் முக்கியமானதாகவும் இருந்தது. புதிய DNA மூலக்கூறுகளை இணையச் செய்ய ஏற்கெனவே உள்ள ஒரு DNA மூலக்கூ றைக் கொண்டு அதைத் தொடக்கி வைப்பது தேவைப்பட் டது. அது இன்றி இணைப்பு உண்டாகவில்லை. ஆனால் மிகச் சிறிய அளவில் அதைச் சேர்த்தாலும் இணைப்பு தொடங்கி வைக்கப்பட்டது.

DNAஇரட்டிக்கும் திறன் உடையது என்பது எடுத்துக் காட்டப்பட்டு விட்டது. நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் புரத மூலக் கூறுகளின் விசேஷத் தன்மையை உண்மையிலேயே நிர்ண யிக்கின்றன என்று நிரூபிக்க வேண்டி இருந்தது. ஆனால், புரதச் சேர்க்கையில் நியூக்ளியிக் அமிலங்களின் பங்கு பற்றிப் பல வகையான ''சூசகங்களை'' விஞ்ஞானிகள் தொடர்ந்து

பெற்று வந்த போதிலும் அதற்கு நீண்ட காலம் பிடித்தது. அவை ஊர் ஜிதங்களாக இருக்கவில்லை. அவை விவாதத்திதிற்கு அப்பாற்பட்ட சான்று 1961 வரை பெறப்படவில்லை. அப்போது உலகு இரு தனித்தனிச் சான்றுகளைப் பற்றிக்கேள்விப்பட்டது.

புகையிலைப் பல்வண்ண வைரஸ் நீண்ட காலமாகப்பல ஆராய்ச்சியாளர்களின், குறிப்பாக ஜெர்மன் தாவரவியலாளர் மெல்செர்ஸின் கவனத்தை ஈர்த்து வந்துள்ளது. அதை அவர் போருக்கு முன்பு பெர்லினின் புற நகர்ப் பகுதியிலிருந்த டாக்லெம் உயிரியல் கழகத்தில் ஆராயத் தொடங்கினார். 1942இல் அவர் இந்த வைரஸில் சுவையான ஒருசடுதி மாற்றத்தை விவரித்தார். பின்னர் அவர் ஜெர்ஹார்ட் ஷ்ராம் என்ற இரசாயனவியலாளருடன் (இவர் பின்னர்தூய நியூக்ளியிக் அமிலங்களைக் கொண்டு பல் வண்ணநோயைத்தோற்றுவிப்பதில் வெற்றி அடைந்தார்) சேர்ந்துஅதன் இனப் பெருக்கச் செயல்முறையை ஆராய்ந்தார். அவர்கள் கதிரியக்கப் பாஸ்பரஸை அடையாளக் குறியாக வைத்துக்கொண்டு எவ்வாறு வைரஸ்கள், தங்களுக்குத் தேவையான கட்டுமானப் பொருள்களைப் புகையிலைச் செடியின் செல்களில் இருந்து எடுத்துக்கொள்கின்றன என்று கண்டுபிடிக்க முயற்சித்தார்கள். ஆனால் அது ஒரு தொடக்கந்தான். போருக்குப் பின்னர் மெல்செர்ஸ் மற்றும் ஷ்ராம் ஆகியோர் டௌபின்ஜென் எனும் சிறிய மத்திய கால நகரில் குடியேறினர். வெவ்வேறு கழகங்களில் பணியாற்றிக் கொண்டிருந்த போதிலும் அவர்கள் தங்களது கூட்டு ஆராய்ச்சியை மீண்டும் தொடங்கினார்கள். கியெரெர் என்ற இளம் சக ஆராய்ச்சியாளருடன் ஷ்ராம் RNAயின்மீது நைட்ரஸ் அமி

லத்தின் வினையை ஆராய்ந்தார். நைட்ரஸ் அமிலம் ஓர் எளிய பொருளாக இருந்ததால், அது செயல்படும் முறையைப் பகுத்தாய்வது எளிதாக இருந்தது. அது RNAயின்மீது குறைந்த விளைவையே கொண்டிருந்தது. அதனுடைய செயலின் மூலம் ஸிடோஸீன் (Cytosine) எனப்படும் ஒன்று முடிவில் யுராஸிலாக (Uracil) மாற்றப்பட்டது; அடினீன் (Adenine) குயானீனாக (Guanine) மாற்றப்பட்டது. நைட்ரஸ் அமிலத்திற்கு உள்படுத்தப்பட்ட RNAக்கு வேறு எதுவும் நிகழ முடியாது. இது துல்லியமான ஓர் இரசாயன உண்மையாகும்.

RNAஐ முதன்மையான உள்பொருளாகக் கொண்ட புகையிலைப் பல்வண்ண வைரஸை நைட்ரஸ் அமில வினைக்கு உள்படுத்தினால் என்ன நேரிடும் என்பதைக் காண்பதும் சுவையானதாக இருந்தது. இந்தப் பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டு, வைரஸின் வீரியம் பெருமளவு குறைகிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதைவிடச் சுவையானது யாதெனில் பல சடுதி மாற்ற வகைகள், அதாவது மாற்றப்பட்ட மரபியல் பண்புகளைக் கொண்ட வைரஸ்கள் தோன்றின. RNAயில் ஏற்படும் ஒரு மாற்றம் வைரஸின் மரபியல் பண்புகளை மாற்றியது என்று தோன்றியது.

இந்த மாற்றங்களின் தன்மை மெல்செர்ஸின் ஆய்வுக் கூடத்தில் ஆராயப்பட்டது. அதற்கு மிகுந்த பிரயாசை தேவைப்பட்டது. ஆனால், அடிக்கடி கூறப்படுவது போல முடிவிற்கு முயற்சி தகுதியானதாக இருந்தது. மெல்செர்ஸ் அந்த ஆராய்ச்சியை அவருடைய அலுவலர்களில் ஒருவராகிய இளம் பௌதிகவாதி அல்லது சக கால மூலக்கூறு உயிர் இயலாளர்களில் பெரும்பான்மையானவரைப் போல முன்னாள் பௌதிகவாதி எச்.ஜி.விட்மன் இடம் ஒப்படைத்திருந்தார். புகையிலைப் பல் வண்ண வைரஸ் (அல்லது அதிலிருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்ட RNA) நைட்ரஸ் அமில வினைக்கு உள்படுத்தப்பட்டுப் பின்னர்ப் புகையிலைச் செடிகளைப் பாதிக்கும்படி செய்யப்பட்டன. பல் வண்ணமான கலப்புப் புள்ளிகள்—இதனாலேயே அந்நோய் அப்பெயர் பெற்றது—இலைகளில் தோன்றின.

ஒவ்வொரு புள்ளியும் ஒரே ஒரு வைரஸ் துகளிலிருந்து தோன்றியது. எனவே, ஒரு புள்ளியிலிருந்த வைரஸ் துகள்

கள் அனைத்தும் ஒரே மாதிரியாக இருந்தன. சடுதி மாற்றத்தின் விளைவாக வைரஸ் மாற்றமடைந்த கட்டிகளைத் தோற்றுவித்தன. மாற்றமடைந்த புள்ளிகள் ஒவ்வொன்றும் வெட்டி எடுக்கப்பட்டு, அவற்றைக் கொண்டு செடிகள் திரும்பத் திரும்பப் பாதிப்புக்கு உள்படுத்தப்பட்டன. மாற்றப்பட்ட வைரஸ்கள் போதுமான அளவில் சேகரிக்கப்பட்ட பின்பு வைரஸ் புரதத்தில் அமினோ அமிலங்களின் துல்லியமான வரிசையைக் கண்டுபிடிப்பதற்காக அவை விரிவான இரசாயன பகுப்பாய்விற்கு உள்படுத்தப்பட்டன. புரத மூலக்கூறுகளில் ஏறத்தாழ 158 அமினோ அமிலங்கள் வரை உள்ளன. எனவே அது எவ்வளவு கஷ்டமான பணியாக இருந்தது என்பதை நீங்கள் கற்பனை செய்துகொள்ளலாம். ஆனால், முடிவுகள் மிகவும் திருப்திகரமாக இருந்தன.

மாற்றமடைந்த மரபியல் பண்புகளைக் கொண்ட வைரஸ்களில் புரதம் மாற்றமடைகிறது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்த மாற்றம் பொதுவாக ஒரே ஓர் அமினோ அமிலத்தைத்தான் பாதித்தது. எடுத்துக்காட்டாக, சாதாரண வைரஸ் புரதத்தில் திரியோனீன் (Threonine) என்ற அமினோ அமிலம் 59வது இடத்தில் உள்ளது. சடுதி மாற்றங்களில் ஒன்றில் இந்த இடம் ஐஸோலிஸீன் (Isolecine) என்ற அமினோ அமிலத்தால் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. மற்ற 157 அமினோ அமிலங்களும் இரண்டு வகைகளிலும் முற்றிலும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளன. இந்த விவரம் ஒன்று மட்டுமே பல முக்கியமான முடிவுகளைச் சுட்டிக் காட்டிகின்றது.

முதலாவதாக, இரண்டு வகை வைரஸ்களிலும் மரபியல் மாற்றம் புரதத்தில் ஒரு மாற்றத்தோடு இணைந்துள்ளது. இரண்டாவதாக, புரத மூலக்கூறில் ஏற்படும் மிகச் சிறிய மாற்றங்கூடப் புறப் பண்புகளில் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கப் போதுமானதாக இருக்கிறது. மூன்றாவதாக, மிகவும் முக்கியமாகப் புரதங்களில் அமினோ அமிலங்களின் வரிசை, நியூக்ளியிக் அமிலத்தில் நியூக்ளியோடைடுகளின் வரிசையில் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது என்பது தொடர்கிறது.

புகையிலைப் பல் வண்ண வைரஸுடன் செய்யப்பட்ட இந்த மிகவும் முக்கியமான பரிசோதனைகளைத்தான் விட்மன் மாஸ்கோ காங்கிரஸில் அறிவித்தார்.

நிரென்பெர்கின் வெற்றி

மெல்செர்ஸ் மற்றும் விட்மன் ஆகியோர் மாஸ்கோ காங்கிரஸில் அவ்வளவு அதிர்ஷ்டசாலிகளாக இருக்கவில்லை. தற்செயலாக மற்ற அநேகரைப் போலத்தான் இருந்தார்கள். அவர்கள் அவர்களுடைய மிகப் புதிய, சுவையான, பிற விஞ்ஞானிகளுக்கு இன்னும் தெரியாதிருந்த கண்டுபிடிப்புகளைத் தம்மோடு கொண்டு வந்து ஒரு பெரும் பரப்பை உண்டாக்குவோம் என்று நம்பினார்கள். நிரென்பெர்க் இல்லாதிருந்தால் அவர்கள் அவ்வாறு செய்தும் இருப்பார்கள்.

புரதச் சேர்க்கைக்குத் தேவையான நிலைமைகளை உயிர் வாழும் செல்களுக்கு வெளியே தோற்றுவிக்க நிரென்பெர்க் முயற்சித்தார். அவர் அமினோ அமிலங்கள் மாற்றும் RNA, தேவையான நொதிகள், இரசாயன ஆற்றல் மூலகங்கள், ரைபோசோம்கள் ஆகிய அனைத்தையும் கொண்ட முழுத் தொகுதியை எடுத்துக் கொண்டார். ஆனால், இந்தக் கலவை நிலையான வெப்பநிலையின்கீழ் எவ்வளவு நேரம் வைக்கப்பட்ட போதிலும் புரதங்கள் உண்டாகவில்லை. ஆனால், பெரிய RNA மூலக்கூறுகள் சேர்க்கப்பட்டவுடன் புரதச் சேர்க்கை விரைவாகத் தொடங்கியது. வைரஸ் அல்லது யீஸ்ட் RNA பயன்படுத்தப்பட்ட போது ஒரே சீராக நல்ல விளைவுகள் கிடைத்தன. அது ஓர் அற்புதமான வெற்றியாக இருந்தது. உயிர் இரசாயனவியலாளரின் புதிய நட்சத்திரத்தைப் பற்றி அனைவரையும் பேச வைப்பதற்கு அதுவே போதுமானதாக இருந்தது.

ஆயினும், நிரென்பெர்க் அவருடைய அறிக்கையில் விவரித்தது அது மட்டுமல்ல. உயிர் இரசாயனவியலாளர்கள் ஒகாஆவின் முறையைப் பயன்படுத்திச் செயற்கை RNAஐப் பெறுவதற்கு ஏற்கெனவே திறமை உடையவர்களாக இருந்தார்கள். நிரென்பெர்க் அவருடைய கலவையில் இயற்கை RNAவிற்குப் பதிலாகச் செயற்கை RNAஐச் சேர்க்க முடிவு செய்தார். விளைவு நம்புதற்கரியதாக இருந்தது. ''வீட்டில் தயாரிக்கப்பட்ட'' RNAன் முன்னிலையில் புரதம் தயாரிக்கப்பட்டது. செயற்கை RNA இயற்கையில் இருப்பது எது ஒன்றைக் காட்டிலும் முற்றிலும் வேறுபட்டதாக இருந்தது

என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். இயற்கை RNA நான்கு நியூக்ளியோடைடுகளையும் ஏறத்தாழச் சம அளவில் கொண்டுள்ளது. ஆனால், நிரென்பெர்க் பாலியுர்டிலிக் அமிலத்தைக் கொண்டு அதாவது யுராஸில் (U) எனும் ஒரே ஒரு வகை நியூக்ளியோடைடுகளைக் கொண்ட RNAஐக் கொண்டு பரிசோதனை செய்தார். வேறு வழியில் சொன்னால், புரதச் சேர்க்கை நடைபெறும் இடத்திற்கு அவர் அனுப்பிய ''தூதுவன்'' வேறுபாடற்ற ஒரே ஒரு செய்தியைக் கொண்டு சென்றான். அது பின் வருவது போன்று இருந்தது: UUUU UUUUUU... இருப்பினும் புரதம் உண்டாக்கப்பட்டது.

அது எத்தகைய புரதமாக இருந்தது? அது கொடுக்கப்பட்ட செய்தியைப் போன்றே ஒரே சீரானதாக இருந்தது. மற்றும் சோதனைக் குழலில் இருபது அமினோ அமிலங்கள் அனைத்தும் இருந்த போதிலும்—இவற்றில் எது ஒன்று வேண்டுமென்றாலும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டிருக்கலாம்—அது முற்றிலும் ஒரே மாதிரியான அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டிருந்தது. இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் ஒரே ஓர் அமினோ அமிலம் மட்டுமே—பினைலலனீன் (Phenylalanine)—தேவைப்பட்டது. புரதத்தின் சூத்திரங்களை எழுதும்போது அமினோ அமிலங்களைச் சொல்லிடை இணைப்புக்குறி (எடுத்துக்காட்டாக அலனீன் ab என்னும் திரியோனீன் tir என்றும் கிளைஸீன் gly என்றும் ஸிஸ்டீன் cys என்றும் பினைலலனீன் phe—இன்ன பிறவாகக் குறிக்கப்படும். அலனீன், கிளைஸீன் மற்றும் ஸிஸ்டீனைக் கொண்ட ஒரு புரதத்தின் சூத்திரம் ala—gly—cys என்று எழுதப்படும்.)களால் பிரிக்கப்பட்ட மூன்று மூன்று எழுத்துகளைக் கொண்டு குறிப்பது வழக்கம். எனவே, நிரென்பெர்க் மற்றும் மத்தேய் ஆகியோரின் பரிசோதனைகளில் உண்டாக்கப்பட்ட புதிய புரதத்தின் சூத்திரம் பின் வருவதாக இருந்தது: phe—phe—phe—phe—phe...

இயற்கையில் எவ்வாறு வேறுபாடற்ற UUU இருப்பதில்லையோ, அது போன்ற இத்தகைய புரதம் எதுவும் இல்லை.

அத்தகைய பரிசோதனைகள் மரபுச் சங்கேதத்தை யூகத்தால் அன்றித் துல்லியமான சூசகங்களால் புரிந்துகொள்வதைச் சாத்தியமாக்குகின்றன என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள ஒருவர் மேதையாக இருக்க வேண்டாம். உண்

மையில், நிரென்பெர்கின் பரிசோதனைகள் விஞ்ஞானிகளுக்கு ஒரு ரோஸெட்டா கல்லையே அளித்தது. அக்கல்லை இயற்கையில் காண முடியவில்லை. எனவே, விஞ்ஞானிகள் தாமே அதைத் தயாரித்துக் கொண்டார்கள். RNAயின் மொழியிலும் புரதத்தின் மொழியிலுமான ஓர் இரு மொழிக் கல்வெட்டு இப்போது அவர்கள் வசம் இருந்தது. அது பின் வருமாறு காணப்பட்டது: ...UUUUUUUU...

...phe—phe—phe—phe...

இவற்றை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது பினைலலனீன் பல Uக்களின் வரிசையால் சங்கேதப்படுத்தப்படுகிறது என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. சங்கேதம் அநேகமாக முவ்வெழுத்துகளால் ஆனதாகவே இருக்குமாதலால், நாம் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் உயிர் இரசாயனவியல் அகராதியில் முதல் பதிவை நம்பிக்கையுடன் செய்யலாம்: UUU—பினைலலனீன்.

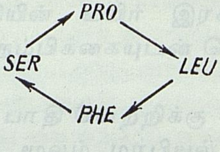
நல்ல தொடக்கம் பாதி வெற்றிக்கு அறிகுறி. இந்த வழியைப் பின்பற்றுவதன் மூலம் மரபியல் சங்கேதம் விரைவிலேயே முழுமையாகப் புரிந்துகொள்ளப்படுமென்று லெனின் குன்றுகளில் இருக்கும் மாஸ்கோப் பல்கலைக் கழகத்தின் பிரம்மாண்டமான அரங்கிலே கூடியிருந்தவர்களில் பெரும் பான்மையானோர் நம்பினர்.

மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி செய்தியின் சேமிப்பு அறைகளாக நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் உள்ளன என்பதைப் பற்றி எவருக்கும் சந்தேகம் இருக்கவில்லை. இளம் மைஷெர் நாற்றமடித்த காயக் கட்டுகளில் ஒரு புதிய பொருளை—நியூக்ளீன்—கண்டுபிடித்ததில் இருந்து நூறு ஆண்டுகள் கழிந்து விட்டன. நான்கு ஆண்டுகளுக்குப் பின்பு அவர் அதிலிருந்து நியூக்ளியிக் அமிலத்தைத் தனிமைப்படுத்தினார். பல பத்தாண்டுகள் வரை அது விஞ்ஞானிகளால் புறக்கணிக்கப்பட்டு வந்தது. ஆனால், இன்று மிகுந்த கண்ணியமுடைய மணமகன்கள்கூட முன்னாள் சின்ட்ரெல்லாவை வேட்கத் தொடங்கினார்கள். நியூக்ளியிக் அமிலம் முதன்மையான பொருளாகி விட்டது.

மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் ABC

ஒரு பரபரப்பு

ஜியார்ஜ் மெல்செர்ஸ் தமது வாக்குறுதியைக் காப்பாற்றினார். 1962இன் தொடக்கத்தில் நான் அவரிடமிருந்து ஒரு கட்டுரையின் (1961க்கான மற்றொரு சஞ்சிகையின் கடைசி இதழில் வெளியிடப்பட்டது) மறு பிரதியைப் பெற்றேன். மெய்செரின் சக ஆராய்ச்சியாளரான விட்மனால் எழுதப்பட்ட அந்தக் கட்டுரையும் மரபுச் சங்கேதத்தைப் புரிந்துகொள்வதற்குச் சாத்தியமான வழிகளைப் பற்றிக் கூறியது. பல முவ்வெழுத்துகள் அதில் விளக்கப்பட்டிருந்தன. விட்மனின் சொந்தப் பரிசோதனைகளின் அடிப்படையில் மட்டுமல்ல. அவர் பினைலலனீன் UUU என்ற முவ்வெழுத்தால் சங்கேதப்படுத்தப்படுகிறது என்ற நிரென்பெர்கின் கண்டுபிடிப்பைத் தொடக்கப் புள்ளியாகக் கொண்டார். நைட்ரஸ் அமிலத்தைக் கொண்டு (இது Cஐ U ஆகவும் Aஐ G ஆகவும் மாற்றுகிறது என்பதை நாம் அறிவோம்) சடுதி மாற்றங்கள் ஊக்குவிக்கப்படும் பரிசோதனைகளில் ஸெரீன் மற்றும் லியூஸீனுக்குப் பினைலலனீனும் புரோலீனுக்குப் பதிலாக ஸெரீன் மற்றும் லியூஸீனும் பொருத்தப்படுகின்றன. இதை வரைபட வடிவில் பின் வருமாறு குறிக்கலாம்:

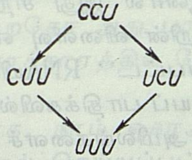


ஆனால், நாம் ஒரு பக்கத்தில் பினைலலனீன் UUU என்ற முவ்வெழுத்தில் சங்கேதப்படுத்தப்படுகிறது என்றும் மற்றும் மற்றொரு பக்கத்தில் நைட்ரஸ் அமிலத்தைக் கொண்டு செய்யப்படும் பரிசோதனைகளில் U Cயிலிருந்து தோற்றுவிக்

கப்படுகிறது என்றும் அறிவோம். எனவே ஸெரீன் மற்றும் லியூஸீனைச் சங்கேதப்படுத்தும் முவ்வெழுத்துகளில் ஒவ்வொன்றும் ஒரு Cஐயும் இரண்டு Uகளையும் வெவ்வேறு வரிசைகளில் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

இந்த வழியில் தொடர்ந்து சிந்தித்தோமானால், புரோலீன், இரண்டு Cகளையும் ஒரு Uவையும் கொண்ட ஒரு முவ்வெழுத்தால் சங்கேதப்படுத்தப்படுகிறது என்று வலியுறுத்தலாம்.

அமினோ அமிலங்களின் பரஸ்பர மாற்றம் பற்றிய மேற்கண்ட வரை படத்தைப் பின் வருமாறு விளக்கலாம்:



முவ்வெழுத்துகளில் எழுத்துகளின் வரிசை எதேச்சையாக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளது என்பது உண்மையே. மொத்தத்தில் ஒன்பது அமினோ அமிலங்களுக்கான முவ்வெழுத்துகளின் உள் அமைப்பு விட்மனின் கட்டுரையில் குறிப்பிடப்பட்டிருந்தது. எல்லா அமினோ அமிலங்களுக்குமான முவ்வெழுத்துகள் சில ஆண்டுகளுக்குள்ளாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விடும் என்ற நம்பிக்கை உதயமாயிற்று.

ஆனால் நாம் அவ்வளவு நீண்ட காலம் காத்திருக்க வேண்டியிருக்கவில்லை.

1962 பிப்ரவரி 3ஆம் தேதிக்கான 'நியூயார்க் டைம்ஸின்' ''மரபியலின் இரசாயன இரகசியங்கள் அந்த ஆண்டிலேயே வெளியிடப்பட்டு விடும் என்று நம்பும் அளவிற்கு உயிரியலில் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது'' என்று அதன் முதன் பக்கத்தில் வெளியிட்டது. அந்த இதழ் மூலக்கூறு மரபியலுக்கு ஒரு பக்கத்திற்கும் மேல் ஒதுக்கி இருந்தது. இருபது அமினோ அமிலங்களில் ஒவ்வொன்றுக்கும் முவ்வெழுத்துகளைக்—இவற்றில் மூன்றுக்குப் பல முவ்வெழுத்துகள்கூடக் கொடுக்கப்பட்டிருந்தன—கொடுத்த மரபுச் சங்கேத அட்டவணை அதன் சிறப்பு அமிசமாக இருந்தது.

பிரச்சினை அநேகமாக விடுவிக்கப்பட்டு விட்டது. மும்வெழுத்துகளில் ''எழுத்துகளின்'' வரிசையைக் கண்டுபிடிப்பது மட்டுமே மீதம் இருந்தது. அதுவும் அந்த ஆண்டிலேயே சாதிக்கப்படும் என்று நம்பப்பட்டது.

இந்த வெற்றி எவ்வாறு அடையப்பட்டது என்பதை விஞ்ஞான சஞ்சிகைகள் பின்னர் விவரித்தன.

நிரென்பெர்க்த் தனது தொடக்கக் கால பரிசோதனைகளில் Uக்களை மட்டுமே Cக்களை மட்டுமோ கொண்ட ஒரே சீரான ''வீட்டில் செய்யப்பட்ட'' RNAஐப் பயன்படுத்தினார். UUUUUU... உள் அமைப்பு புரதத்தில் பினைலலனீனைப் புகுத்தியது. CCCCCC... உள அமைப்பு புரோலீனைப் புகுத்தியது. ஆனால் இது சிறிய அளவிலே இருந்தால், அதை ஒரு தவறின் விளைவு என்றுகூடக் கருதலாம். ''வீட்டில் செய்யப்பட்ட'' RNAயின் மற்ற இரண்டுவகைகள் புரதச் சேர்க்கையைப் பாதிக்கவில்லை. CCC, AAA, GGG ஆகியவை அமினோ அமிலங்களைச் சங்கேதப்படுத்தவில்லை போலும்.

நிரென்பெர்கின் ஆராய்ச்சி பல ஆய்வுக்கூடங்களில் ஒரே சமயத்தில் தொடர்ந்து செய்யப்பட்டது. ஆனால், வெற்றி ஒகா ஆவின் ஆராய்ச்சிக்கூடத்தைச் சேர்ந்த ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு முதலில் கிட்டியது. ஏனெனில், செயற்கை RNAஐ எவ்வாறு தயாரிப்பது என்பதை அவர்கள் நன்கு அறிந்திருந்தார்கள்.

நிரென்பெர்கின் முதல் பரிசோதனைகளுக்குப் பின்பு செய்யப்பட வேண்டியிருந்தது என்ன? மேலும் சிக்கலான அமைப்பை உடைய RNA தேவைப்பட்டது என்பது தெளிவாகத் தெரிந்தது. முதல் பரிசோதனைகளைப் போன்றே ஒரு கலவை தயாரிக்கப்பட்டது. அதன் முதன்மையான உள்பொருள்களாக ரைபோசோம்கள் (இத்துகள்கள் மீதுதான் அமினோ அமிலங்களில் இருந்து புரதங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன), அமினோ அமிலங்களின் முழுமையான தொகுதி, மாற்றும் RNAக்களின் (ரைபோசோம்களுக்கு அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டு சேர்ப்பவை) முழுமையான தொகுதி தகுந்த உள் அமைப்பைக் கொண்ட ''செயற்கை'' RNAயின் வடிவில் தொடங்கி வைக்கும் அமிசம் ஆகியவை இருந்தன. இந்தப் பரிசோதனை மிகவும் நுணுக்கமான அளவில்

செய்யப்படுவதால், புரதச் சேர்க்கையை அடையாளமிட்ட அணுக்களைக் கொண்டுதான் பகுத்தாய முடியும் என்பதைக் கூற வேண்டும். அதற்காக ஒவ்வொரு பரிசோதனையும் இருபது வெவ்வேறு வகைகளில் செய்யப்படுகிறது. அவை ஒவ்வொன்றும் அடையாளமிடப்பட்ட ஓர் அமினோ அமிலம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மற்றவை சாதாரணமானவையாக (''குளிர்ந்தவை'') உள்ளன. இந்தக் கலவையை நிலையான வெப்பநிலையில் சிறிது நேரம் வைத்திருந்த பின்பு புரதங்கள் டிரைகுளோர் அஸிடிக் அமிலத்தால் வீழ் படிவம் அடையச் செய்யப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில் சுயேச்சையான அமினோ அமிலங்கள் கரைசலிலேயே தங்கி விடுகின்றன. எந்த வகையில் வீழ் படிவம் கதிர் இயக்கத்தைக் கொண்டிருக்கிறதோ அது புரதத்தில் எந்த அமினோ அமிலம் என்ன விகிதாச்சாரத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, நாம் ஒகாஆ மற்றும் அவரது சக ஆராய்ச்சியாளர்களால் செய்யப்பட்ட முதல் பரிசோதனைகளில் ஒன்றை எடுத்துக்கொள்வோம். அவர்கள், ஐந்து Uக்களையும் ஒரு Cயையும் கொண்ட செயற்கை RNAஐத் தொடக்கியாகப் பயன்படுத்தினார்கள். இதன் விளைவுகளைப் பரிசீலனை செய்யும் முன்பு நாம் எதை எதிர்பார்க்க வேண்டும் என்பதைக் காண்போம். செயற்கை RNAயில் எழுத்துகளின் வரிசை தெரிந்திருக்கவில்லை. அது தாறுமாறாக இருந்தது என்று நம்பப்பட்டது.

தற்செயல் நிகழ்ச்சிகளை நாம் கருதும்போது நாம் நிகழ் விதியைக் கைக் கொள்ள வேண்டும். அது *3,2,1* மற்றும் பூஜ்யம் Uக்களாகக் கொண்ட முவ்வெழுத்துகள் 5^3, 5^2, 5^1 மற்றும் 5^0 என்ற விகிதாச்சாரத்தின் தோன்றவேண்டுமென்று கூறுகிறது. வேறு வழியில் சொன்னால் UUU உள் அமைப்பை ஒவ்வொரு *100* முவ்வெழுத்துக்களுக்கும் 2U மற்றும் *1* Cஐக் கொண்ட *20* முவ்வெழுத்துக்களும் (அதாவது *20* CUU, *20* UCU, *20* UUC முவ்வெழுத்துகள்) *1*U மற்றும் 2C ஐக் கொண்ட *4* முவ்வெழுத்துகளும் ஒரே ஒரு CCC (அல்லது *0.8*) முவ்வெழுத்தும் இருக்க வேண்டும்.

பரிசோதனை என்ன காட்டியது? பினைலலனீனின் உள் எடுப்பை *100* சத விகிதம் என்று வைத்துக்கொண்டால்,

விளைவுகள் பின் வருமாறு இருந்தன: பினைலலனீன் 100 சத விகிதம், ஸெரீன் 25சத விகிதம், லியூஸீன் 20 சத விகிதம், புரோலீன் 8 சத விகிதம்.

அதுதான் எதிர்பார்க்கப்பட்டது. எண்ணிக்கைகள் அதுவேயாக இருக்கவில்லை என்பது உண்மைதான். ஆனால், அளவிடுதலின் துல்லியம் குறைவாக இருந்தது. மற்றும் எந்த ஒரு பரிசோதனையும் சில தவறுகளைக் கொடுக்கும். ஆனால் விளைவுகள் 100, 20, 4 மற்றும் 0.8 சத விகிதமாகவே இருக்க முடியுமாதலால், 8 சத விகிதம் என்று எண் எதிர்பார்க்கப்பட்ட 4 சத விகிதத்திற்கு மிகவும் அருகில் உள்ளது நாம் கூறலாம். எண்களைப் பரிசீலனை செய்தால், THE=UUU (இது நமக்கு ஏற்கெனவே தெரியும்) Ser=2 U, 1 C; LEU=2 U, 1 C; Pro=1U, 2C என்பதைக் காண்பது எளிது.

20 அமினோ அமிலங்கள் அனைத்திற்குமான முவ்வெழுத்துகள் உள் அமைப்பு இதே முறையின் மூலம் ''வீட்டில் செய்த'' RNAஐப் பயன்படுத்தி நிர்ணயிக்கப்பட்டது.

ஓகாஆ மற்றும் அவரது சக ஆராய்ச்சியாளர்களால் தொகுக்கப்பட்ட இந்தச் சிறிய அட்டவணை, உலக விஞ்ஞான சஞ்சிகைகள் அனைத்திலும் பிரசுரிக்கப்பட்டன. பெரும் மகிழ்ச்சி அடைவதற்கு உரிய காரணம் இருந்தது என்பதைக் கூறத் தேவையில்லை. அமினோ அமிலங்கள் அனைத்திற்குமான முவ்வெழுத்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டன. அவற்றினிடையே சொற்களின் வரிசையை நிர்ணயிப்பதுதான் மீதமிருந்தது. முவ்வெழுத்துகளின் உள் அமைப்பு சில மாதங்களுக்குள்ளாகவே கண்டிபிடிக்கப்பட்டதால், வரிசையும் ஆண்டின் முடிவிற்குள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுவிடும் என்று நம்பலாம். அப்போது மரபுச் சங்கேதத்தின் பிரச்சினை முடிவாக விடுவிக்கப்படும்.

நான் ஒரு படிவத்தைத் தேடுகிறேன்

ஸெவெரே ஓகாஆ மற்றும் அவரது சகாக்களின் ஒரு கட்டுரை திடீரென்று என் கவனத்தைக் கவர்ந்தது. 'நியூயார்க் டைம்ஸில்' வெளிவந்த அட்டவணைக்குக் காரணமான பரி

சோதனைகளை அவர்கள் விரிவாகவும் நுணுக்கமாகவும் விவரித்திருந்தார்கள்.

நான் அந்தக் கட்டுரையை மெதுவாகவும் கவனமாகவும் மீண்டும் படித்தேன். அமெரிக்க உயிர் இரசாயனவியலாளர்களால் அறிவிக்கப்பட்ட முடிவுகளில் அந்த ஆசிரியர்கள் கவனிக்காது விட்டுச் சென்றிருந்த சில படிவங்கள் இருப்பதை நானே வியக்கும் வகையில் நான் கண்டேன். அதை அவர்கள் செய்திருந்தால் சிறப்பாக இருந்திருக்கும். இப்போது எல்லா முவ்வெழுத்துகளும் நிர்ணயிக்கப்பட்டு விட்டதால் (அப்போது அவ்வாறுதான் தோன்றியது) ''சொற்களில்'' எழுத்துகளின் வரிசையை நிர்ணயிப்பது மட்டுமே மீதமிருந்தது. (அவ்வாறுதான் மீண்டும் தோன்றியது) என் கவனத்தைக் கவர்ந்த அந்தப் படிவங்கள் இப்பிரச்சினையை விடுவிப்பதற்கு உதவக்கூடும் என்று தோன்றியது.

நான் பக்கங்களைப் புரட்டிக்கொண்டே போனேன். எனக்கு மற்றொரு வியப்பு காத்திருந்தது. மரபுச் சங்கேதத்தை விடுவிப்பது பற்றி மற்றொரு கட்டுரை இருந்தது. ஜியோப்ரி ஸுபே மற்றும் ஹென்றி குயாஸ்ட்லெர் ஆகியோர் அதன் ஆசிரியர்கள் ஆவார்கள். எனக்குக் குயாஸ்ட்லெரின் பெயர் நன்றாகத் தெரியும். அவர் அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளில் மிகச் சிறந்தவர்களில் ஒருவர் என எனக்குத் தோன்றியது. மற்றும் அவர், நான் ஈடுபட்டிருந்த பிரச்சினைகள் பலவற்றைப் பற்றி ஆராய்ச்சி செய்துகொண்டிருந்தார். ஆனால், அவர் இதுவரை மரபுச் சங்கேதத்தைப் பற்றி எந்த ஆராய்ச்சியும் செய்திருக்கவில்லை. இப்போது அவர் சடுதி மாற்றங்களின் போது புரதங்களில் அமினோ அமிலங்கள் பரஸ்பரம் மாற்றப்படுவது பற்றிய புள்ளி விவரங்களின் அடிப்படையில் சங்கேதத்தை விடுவிப்பதற்குச் சாதுரியம் மிக்க முயற்சியைச் செய்திருநதார். விட்மன், நைட்ரஸ் அமிலத்தைக் கொண்டு வைரஸ்களில் சடுதி மாற்றத்தைத் தூண்டும் அவருடைய பரிசோதனைகளினுடைய விளைவுகளின் அடிப்படையில் அதையே செய்ய முயற்சித்திருந்தார். ஆனால், விட்மனது விவரங்களோடு மற்ற விவரங்களும் இருந்தன. அவை பயனுள்ளவையாக இருக்கக் கூடும். ஸுபே மற்றும் குயாஸ்ட்லெர் ஆகியோர் அந்த விவரங்களைச் சேகரித்துச் சங்கேதத்தை விடுவித்திருந்தனர்.

விதியின் விசித்திர விளையாட்டாக, அவர்கள் ஓகா ஆவின் ஆய்வுக்கூடத்தில் பெறப்பட்ட முடிவுகள் தெரிவதற்கு முன்னரே ''தாங்களாகவே'' சங்கேதத்தை விடுவித்திருந்தனர். ஆனால், இரண்டு கட்டுரைகளும் சஞ்சிகையின் ஒரே இதழில் வெளி வந்தன. அவை இரண்டையும் ஒப்பிட்ட போது ஸூபே மற்றும் குயாஸ்ட்லெர் சங்கேதத்தை விடுவித்ததானது முற்றிலும் தவறு என்பது தெளிவாயிற்று. இருப்பினும் அவர்கள் அற்புதமான ஓர் ஆராய்ச்சியைச் செய்திருந்தார்கள். அவர்கள் ஆழ்ந்த கருத்துகளையும் அற்புதமான முறைகளையும் கொண்டிருந்தார்கள். அவர்கள் பிரச்சினையை விடுவிக்காதது அவர்களுடைய தவறல்ல. அவர்களிடம் போதுமான விவரங்கள் இருக்கவில்லை.

ஆனால் என்னிடம் இருந்தது! ஏனெனில் ஒருவர் இரண்டு கட்டுரைகளிலும் குறிப்பிட்டு இருந்த விவரங்களையும் எடுத்துக்கொண்டு அவற்றை ஒன்றாகப் பகுத்தாய்ந்தால்,மூவெழுத்துகளில் ''சொற்களின்'' வரிசையை ஒரு வேளை நிர்ணயிக்கலாம். அது ஒரு மாலைக்குள் விடுவிக்கப்படக் கூடிய வெறும் கணிதப் பிரச்சினையாகத்தான் தோன்றிறது.

நான் அன்று இரவு வெகு நேரம் கழித்து உண்மையில் மறுநாள் காலையில்தான் படுக்கச் சென்றேன். ஆனால், நான் அப்பிரச்சினையை விடுவித்திருக்கவில்லை. அதற்கு இரண்டு வாரக் காலம் பிரயாசை மிக்க முயற்சி தேவைப்பட்டது. நூலகத்தில் நான் கண்ட இரண்டு கட்டுரைகளில் காணப்பட்ட விவரம் போதுமானதாக இருக்கவில்லை. புதிய விவரங்களைத் தேட வேண்டியிருந்தது. பகுப்பாய்வின் போது நான எதிர்பார்க்காத பல தடைகளைச் சமாளிக்க வேண்டியிருந்தது. ஆனால் முடிவாக நான் பிரச்சினைக்கு விடை கண்டேன்.

நான் மிகுந்த மகிழ்ச்சி அடைந்தேன். ஏனெனில், மரபுச் சங்கேதத்தை முடிவாக விடுவிப்பதற்கு எழுத்துகளின் வரிசையை நிர்ணயிப்பதே மீதமிருந்தது என்று ஸெவெரே ஓகாஆவின் கட்டுரை திட்டவட்டமாகக் கூறியது. மரபுக் குணத் தொடர்ச்சியினுடைய இரசாயன அடிப்படையின் இந்த முடிவான பிரச்சினையை விடுவிக்கும் பேறு எனக்குக்

கிட்டியுள்ளது. ஆனால் அந்தோ! என் மகிழ்ச்சி நீண்ட காலம் நீடிக்கவில்லை.

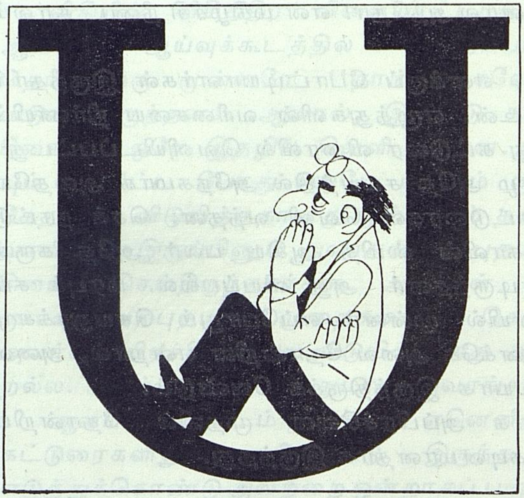
முதலாவதாக, எனக்குப் போட்டியாளர்கள் இருந்தார்கள் என்று கண்டேன். எழுத்துகளின் வரிசையை நிர்ணயிப்பது பற்றிய எனது கட்டுரை விரைவில் வெளியிடப்பட்டது. ஆனால், ஏறத்தாழ அதே சமயத்தில் அநேகமாக அதையே ஒத்திருந்த பல கட்டுரைகள் வெளி வந்தன. செக் நாட்டு ரிச்லிக், அமெரிக்காவின் ஸ்மித் ஆகிய பலர் அதே கருத்துகளைக் கொண்டிருந்தனர். அது வியப்பல்ல. மரபுச் சங்கேதப் பிரச்சினையில் முன்னர் எப்போதும் செயலூக்கமுடன் ஈடுபடாத எனக்கே அவை தோன்றின என்றால், அவை தாமே தெரிபவையாக இருந்திருக்க வேண்டும்.

இரண்டாவதாக அப்பிரச்சினை முதலில் தோன்றியதைக்காட்டிலும் கடினமானதாக இருந்தது.

மேலும் பல இடர்ப்பாடுகள்

மரபுச் சங்கேதப் பிரச்சினை மிகவும் முக்கியமானதாக இருந்ததால், நிரென்பெர்க் மற்றும் ஒகாஆ ஆகியோரின் பரிசோதனைகளைச் சரிபார்த்தவர்கள் அனைவரும் தீவிரமாக ஆராய்ச்சி செய்யத் தொடங்கினார்கள். முதலாவதாக, நிரென்பெர்க்கும் அவரது சக ஆராய்ச்சியாளர்களும் எல்லா அமினோ அமிலங்களில் முவ்வெழுத்துகளையும் விடுவிப்பது பற்றி ஒரு கட்டுரை எழுதினார்கள். இந்த ஆராய்ச்சி நிரென்பெர்க்கின் ஆய்வுக்கூடத்தில் ஒகாஆவினுடைய ஆய்வுக்கூடத்திற்கு (அந்த ஆராய்ச்சிக்கு இது சிறந்த தகுதியுடையதாக இருந்தது) முன்னரேயே ஆரம்பிக்கப்பட்டு விட்டது. ஆனால், அதற்குப் பின்னரே முடிவடைந்தது. இந்த இரண்டு ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகளும் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியாக இருந்தன. இது ஒரு நல்ல சகுணமாக இருந்தது. விஞ்ஞானக் கண்டுபிடிப்புகளில் ஒற்றுமை, அவற்றினுடைய சரியான தன்மைக்குச் சாதகமான ஒரு சான்றாகும்.

மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்களும் அதே மாதிரியான பரிசோதனைகளைச் செய்தார்கள். அவர்கள் நிரென்பெர்க்கால் கூறப்பட்ட முறைகளை முற்றிலுமாகப் பின்பற்றிய



போது அதே முடிவுகளை அடைந்தனர். ஆனால், அவர்களுடைய முறை வேறுபட்ட போது முடிவுகளும் சில சமயங்களில் வேறுபட்டன. அது அவ்வளவு நல்லதாகத் தோன்றவில்லை.

பரபரப்பு மிக்க மற்றும் உண்மையிலேயே மகத்தான வெற்றியால் கிடைத்த களியாட்டத்திற்குப் பதிலாக அமைதியான மனத்துடன் மதிப்பிடுவது தோன்றியது. சிலர் குறிப்பிட்ட வகையில் நம்பிக்கை இழந்தனர். மரபுச் சங்கேதத்தை விடுவிப்பது பற்றிய முதல் கட்டுரைகள் வெளியிட்டதற்குச் சுமார் ஓராண்டிற்குப் பின்பு அப்போதிருந்த நிலைமையை விட்மன் தொகுத்துரைத்தார். நிரென்பெபக்கின் முறைகளைப் பற்றிக் கூறும்போது அவர் அவற்றினுடைய விளைவுகளின் சரியான தன்மையை ஐயத்திற்குள்ளாக்கிய ஒரு டஜன் வாதங்களை முன் வைத்தார். அதற்குச் சில மாதங்களுக்குப் பின்பு கிரிக்கின் அத்தகைய பரிசீலனையைச் செய்தார். அதற்குள்ளாக அவர் மூலக்கூறு மரபியலில் எல்லோராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட ''மதகுருவாக'' ஆகி விட்டிருந்ததால், அவருடைய கருத்துக்குப் பெரும் மதிப்பு இருந்தது. அப்போது தெரிந்திருந்த முவ்வெழுத்துகள் அனைத்தையும் (ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கும் ஒரு முவ்வெழுத்தும்,

சிலவற்றிற்குப் பல முவ்வெழுத்துகளும் அப்போது தெரிந் திருந்தன) மூன்று தொகுதிகளாகப் பிரித்தார். அவை யாவன: ஒரு வேளை அவ்வாறு இருக்கக் கூடியவை, சாத்தியமானவை யாக இருக்கக் கூடியவை, ஐயத்திற்கு உரியவை ('நிச்சய மானவை' என்று ஒரு தொகுதி இருக்கவே இல்லை). 24இல் எட்டு மட்டுமே ஒரு வேளை அவ்வாறு இருக்கக்கூடியவை யாக இருந்தன.

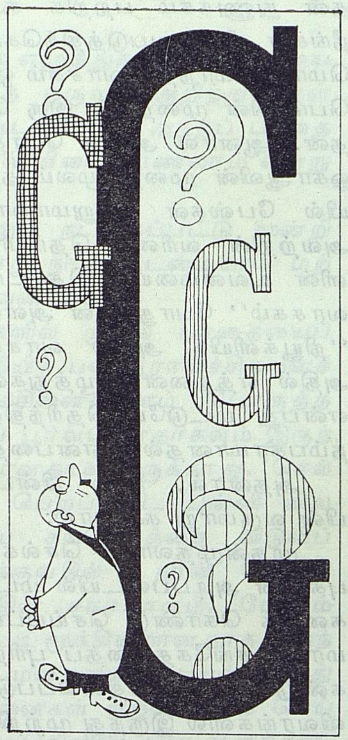
உயிர் இரசாயனவியலாளர்கள் தங்கள் சோதனைக ளைத் தொடர்ந்து செய்தார்கள். பன்முறை அவர்கள் தத் துவார்த்திகள் அப்போதுதான் உருவாக்கி இருந்த தேற்றங் களை அவர்களே கைவிடும்படி செய்த விளைவுகளைத் தோற்றுவித்தார்கள். யுராஸிலை (Uracil) மட்டுமே கொண்ட செயற்கை RNA (UUUUU...) பினைலலனீன் மூலக் கூறுகளை உள் அடக்கிய புரதங்களைத் தோற்றுவிப்பதை ஊக்குவித்தது என்பதையும் அதே போன்று ஒரே சீரான அமைப்புடைய பிற பாலிமெர்கள் (CCCCC... AAAAA... GGGGG...) வினையற்று இருந்தன என்பதையும் வாசகர் நினைவில் வைத்துக் கொண்டிருக்கலாம். முதலாவது, ஓர ளவு புரோலீனின் உள் எடுப்பை ஊக்குவித்தது போலக் காணப்பட்டது. ஆனால் அதைப் பரிசோதனையில் தவறு எனவும் கருதக் கூடும். மேலும் எல்லா அமினோ அமிலங் களின் முவ்வெழுத்துகள் அனைத்தும் ஒரு U வையாவது கொண்டிருந்தன. அது ஒரு தற்செயல் நிகழ்ச்சியாக மட் டும் இருக்க முடியாது. அது வேறு எந்த எழுத்தாகவும் அன்றி U ஆக மட்டுமே ஏன் உள்ளது என்பதைப் பற்றித் தத்துவார்த்திகள் தீவிரமாகச் சிந்தனை செய்தார்கள். ஏன் U தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது? அதற்கு விளக்கம் காண் பது அவ்வளவு கஷ்டமாக இருக்கவில்லை. குரோமோசோம் களில் உள்ள DNA (இதுவே மரபுக்குணச் செய்தியைத் தாங் கியுள்ளது)யும் இந்தச் செய்தியைக் கடத்திப் பரதச் சேர்க் கையில் நேரடியாகப் பங்கு கொள்ளும் RNAயும் நைட்ரஜன் பேஸ்களின் (எழுத்துகள்) வெவ்வேறு தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன. DNAயின் அவை அடினீன் (A), குயானீன் (G), ஸிரோஸீன் (C) மற்றும் தைமீன் (T) ஆக உள்ளன. ஆனால் RNA அதே A, G மற்றும் Cயைக் கொண்டிருந்த போதி லும் Tக்குப் பதிலாக Uவை, நாம் எந்த Uவின் பொருளைப்

பற்றி யோசித்துக்கொண்டிருக்கிறோமோ அதே Uவைக் கொண்டிருந்தது. U என்பது RNA உள்ள ஆனால் DNAயில் இல்லாத ''எழுத்தாக'' இருக்குமானால், சங்கேதத்தில் அதன் பங்கு அவ்வளவு முக்கியமானதாக இருப்பதில் வியப் பில்லை. இந்தக் கோட்பாட்டை மேலும் விரிவுபடுத்தலாம். ஆனால் நாம் அவ்வாறு செய்ய மாட்டோம். ஏனெனில், இந்த யூகங்கள் அனைத்தும் தவறாக இருந்தது.

முன்னர் வினையற்று இருந்த பாலிமெர்கள், சில காலத் திற்குப் பின்பு வினை புரியத் தொடங்கின. முன்னர் அநேக மாக வினையற்றிருந்த பாலிளிடிலிக் அமிலம் புரோலீனின் உள் எடுப்பைத் தீவிரமாக ஊக்குவித்தது; பாலி அடினீ லிக் அமிலம் லிஸீனின் உள் எடுப்பை ஊக்குவிக்கத் தொடங் கியது. Uவைக் கொண்டிராத பல முவ்வெழுத்துகள் கண் டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை அனைத்தும் செயல் நுணுக்கத்தில் சில மாற்றங்கள் சாத்தியமாயின. உற்பத்தி செய்யப்பட்ட புரதங்களை வீழ்படிவமுறச் செய்ய முதல் பரிசோதனை களில் டிரைகுளோரஸிடிக் அமிலத்தின் நீர்த்த கரைசல் பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்த நிலைகளின்கீழ் பினைலலனீ னை மிகுதியாகக் கொண்ட புரதங்கள் வீழ்படிவமடைகின் றன என்பது விரைவில் தெரிந்தது. அத்தகைய புரதங்கள் மிகுதியான அளவு Uவின் முன்னிலையில் மட்டுமே கட் டப்படுகின்றன. வேறு முறைகள் பயன்படுத்தப்பட்டபோது ஆராய்ச்சியாளர்களால் முன்னர்க் கவனிக்கப்படாத வேறு புரதங்களுங்கூட வீழ்படிவமடைந்தன. விஷயங்கள், தத்து வார்த்திகள் எதிர்பார்த்ததைவிட எளிதாக இருந்தன.

ஆனால் Uவின் பிரச்சினை தீர்க்கப்பட்ட பின்பு Gயின் பிரச்சினை தோன்றியது. ஏனெனில் பாலி குவானிலிக் அமி லம் (GGGG...) இன்னும் வினையற்றதாகத்தான் இருந்தது. மேலும் Gயைக் கொண்ட முவ்வெழுத்துகள் பிறவற்றைக் காட்டிலும் குறைவாகவே இருந்தன. வீழ்படிவமுறச் செய் யும் நுணுக்கம் எதுவாக இருந்த போதிலும் விளைவு அவ் வாறே இருந்தது. இது மூளையைக் குழப்புவதாக இருந்தது. அதைப் பற்றித் தத்துவார்த்திகள் என்ன நினைத்தார்கள் என்று நான் உங்களுக்குக் கூறப் போவதில்லை. ஏனெனில், அது மரபுச் சங்கேதத்துடன் எத்தகைய தொடர்பும் இல் லாத காரணங்களின் விளைவு என்று தெரிந்தது. Gயை மிகு

தியான அளவில் கொண்ட பகுதிகள் ஒன்றோடொன்று DNAயைப் போல இரட்டைச் சுருளை உண்டாக்கும் திறன் உடையவையாக இருந்தன. அது அவ்வாறு இருந்ததால், அதற்கு இயைந்த RNA பகுதிகள் மறைக்கப்பட்டு, அவை புரதச் சேர்க்கையில் பங்கு கொள்ள முடியாது போகிறது.



மரபுச் சங்கேதப் பிரச்சினையை விடுவிப்பதில் தோன்றிய கஷ்டங்கள், சந்தேகங்கள் அனைத்தையும் பட்டியலிட்டுக் கூறுவதில் பயன் ஒன்றுமில்லை. இரண்டு விஷயங்கள் தெளிவாக உள்ளன. முதலாவதாக அப்பிரச்சினை சில மாதங்களுக்குள் விடுவிக்கப்பட்டு விடும் என்ற சர்வ வியாபகமான வலியுறுத்தல் மிகையான எதிர்பார்ப்பாக இருந்தது. இரண்டாவதாக மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் ABCஐ முழுமையாகப் புரிந்துகொள்ள நிரென்பெர்க்கின் முறை மட்டுமே போதாது என்பது தெளிவாயிற்று. மூன்று பாதைகளில் ஒன்றன் மூலமே சரியான விடை கிடைக்கும் என்ற முடிவிற்கு விஞ்ஞானிகள் வந்தார்கள்.

மூன்று பாதைகள்

நிரென்பெர்க்கின் முறைகளில் இரண்டு குறைபாடுகள் இருந்தன. முதலாவதாகப் பரிசோதனை அமைப்பு செயற்கையாக இருந்ததுடன், அதில் புரதச் சேர்க்கை உயிர் வாழ்கின்ற செல்களில் காணப்படும் அதே விதிகளால் தழுவப்படுகிறது என்பதற்கு உத்தரவாதம் இருக்கவில்லை. இரண்டாவதாக, தெரியாத மொழிகளைப் பரிந்துகொள்வ

தன் நுணுக்கம் பற்றிக் கூறப்பட்டது அனைத்திலிருந்தும் நீங்கள் நினைவுபடுத்திக்கொள்ளக் கூடியது போன்று இரு மொழி சமாந்திர வாசகம் ஒன்று தேவைப்படுகிறது. நிரென் பெர்க்கின் முறைகள் இரு மொழிச் செய்திகளைக் கொடுத் தன. ஆனால் அவை போதுமானவையாக இருக்கவில்லை. ஒகாஆவின் முறை மூலம் தயாரிக்கப்பட்ட செயற்கை RNA யில் பேஸ்கள் தாறுமாறாக இணைக்கப்பட்டிருந்ததால், அவற்றின் வரிசை தெரியாமலே இருந்தது. கல்வெட்டுக ளின் உவமையைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்தினால் ''புரத வாசகம்'' போதுமான அளவு முழுமையாக இருக்கவில்லை. ''நியூக்ளியிக் அமில வாசகத்தைப்'' பொருத்த மட்டில் அதில் எத்தனை எழுத்துகள், எந்த எழுத்துகள் இருந்தன என்பது மட்டுமே தெரிந்திருந்தது. அத்தகைய ஒப்பிடுதல் நம்பகரமானதல்ல என்பதை நீங்கள் ஏற்றுக்கொள்வீர்கள்.

அதனால், நாம் பின்பற்ற வேண்டிய பாதைகளைப் பின் வருமாறு கூறலாம்:

முதன்முதலாகச் செல்கள் அற்ற பரிசோதனை அமைப் புகளின் அடிப்படையில் மட்டுமன்றி உயிர் வாழ்கின்ற செல் களைக் கொண்டு செய்யப்படும் பரிசோதனைகள் மூலமும் மரபுச் சங்கேதத்தைப் புரிந்துகொள்வதற்கான வழிகளைக் கண்டுபிடிப்பது தேவைப்படுகிறது. நிரென்பெர்க்கின் புள்ளி விவரங்களில் இருந்து முற்றிலும் சுயேச்சையான முறையைக் கண்டுபிடிப்பது சாலச் சிறந்ததாக இருக்கும். உயிர் வாழ் கின்ற அமைப்புகளுடன் செய்யப்படும் பரிசோதனைகளின் விளைவுகளைத் தற்போது நம் வசமுள்ள சங்கேதத்துடன் ஒப்பிடுவதற்காவது குறைந்த பட்சம் அது போதுமானதாக இருக்கும்.

மற்ற இரு முறைகளும் எழுத்துகளின் வரிசை தெரிந்து, போதுமான இரு மொழி வாசகத்தைக் கண்டுபிடிப்பதன் அடிப்படையில் அமைந்திருந்தன. ஒரு பக்கத்தில், ஒரு குறிப் பிட்ட வரிசையில் எழுத்துகளைக் கொண்ட RNAயைத் தயா ரிக்க ஒருவர் முயற்சிக்கலாம். மற்றொரு பக்கத்தில் மிகச் சிறிய RNA சங்கிலிகளில் உதாரணமாகத் தனிப்பட்ட முவ் வெழுத்துகளில் (அத்தகைய சங்கிலிகளை எவ்வாறு தயா ரிப்பது என்பதை இரசாயனவியலாளர்கள் நீண்ட நாள் களாகவே அறிந்திருந்தனர்) அமினோ அமிலங்களை

இணைத்து அவற்றைக் கண்டுபிடிப்பது எப்படி என்பதை நாம் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

முடிவாக, இயற்கை RNA யில் எழுத்துகளின் வரிசையை எவ்வாறு நிர்ணயிப்பது என்பதை ஒருவர் அறிந்துகொள்ளலாம். ஆனால் அது மிகவும் கஷ்டமானது. அந்தப் பாதையின் மூலம் பிரச்சினைக்கு விரைவில் விடை காணலாம் என்று எதிர்பார்க்க முடியாது.

ஆராய்ச்சி மூன்று திசைகளிலும் நடத்தப்பட்டு மூன்றிலும் வெற்றி வாகை சூடியது என்று நான் உடனடியாக மற்றும் சுற்றி வளைக்காமல் கூற வேண்டும்.

மேலே குறிப்பிட்ட பாதைகளில் முதல் பாதையைப் பொருத்த மட்டில் நானே அவ்வழியில் பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்துள்ளேன். அது பல பிரச்சினைகளைப் பொருத்ததாகவும் முதன்மையாகக் கணிதப் பூர்வமானதாகவும் இருந்தது. அது படிப்பதற்குச் சுவையானதாக இருக்காது. செல்களற்ற அமைப்புகளில் இருந்து பெறப்பட்ட புள்ளி விவரங்களைப் பயன்படுத்தாமலேயே சங்கேதத்தை விடுவிப்பதற்கான முறைகளை உருவாக்குவதில் நான் வெற்றி அடைந்தேன் என்பதே விஷயத்தின் சாரமாகும். மேலும் என்னுடைய கண்ணோட்டத்தின்படி முக்கியமானதாக இருந்தது என்னவென்றால், எனது முறையைப் பயன்படுத்துவதற்குத் தேவையான பரிசோதனைகள் ஏற்கெனவே செய்யப்பட்டு அவற்றின் முடிவுகளும் வெளியிடப்பட்டிருந்தன. இந்த முறையில் மரபுச் சங்கேதத்தைத் தனியாகவும் ஏறத்தாழ முழுமையாகவும் விடுவிக்க என்னால் முடிந்தது. அதன் முடிவுகள் நிரென்பெர்க் மற்றும் ஓகாஆவின் முடிவுகளை அநேகமாக ஒத்திருந்தன.

பிற தத்துவார்த்திகள் அதைக்காட்டிலும் சிறிய பணிகளில் ஈடுபட்டிருந்தார்கள். அவர்கள் உயிர்வாழ் அமைப்புகளில் இருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகளை நிரென்பெர்க்-ஓகாஆவின் சங்கேதத்துடன் ஒப்பிட்டுக்கொண்டிருந்தார்கள். அவை இரண்டும் இயைந்திருக்குமேயானால் சங்கேதம் சரியான முறையிலே விடுவிக்கப்பட்டுள்ளது என்றும் செல்கள் அற்ற அமைப்புகளின் புரதச் சேர்க்கை உயிருள்ள செல்களில் உள்ளது போன்ற அதே விதிகளாலேயே தழுவப்படுகிறது என்றும் பொருள்படும்.

ஆனால், அது மட்டும் போதுமானதாக இருக்கவில்லை. அவை இன்னும் முழுமையாக விடுவிக்கப்படாதிருந்த நிரென்பெர்க்-ஓகாஆவினுடைய சங்கேதத்தின் சரியான தன்மையை மட்டும் ஊர்ஜிதம் செய்தன. எனவே, புதிய உயிரியல் இரசாயனப் பாகைள் கண்டுபிடிக்கப்படுவதை எதிர் நோக்கிக் காத்திருக்க வேண்டியிருந்தது. அதற்கு நாம் நீண்ட காலம் காத்திருக்க வேண்டியிருக்கவில்லை.

6வது அனைத்துலக உயிர் இரசாயனவியல் காங்கிரஸ் முடிந்தவுடனே நான் இடப்பக்க மேல் மூலையில் எம். நிரென்பெர்க் என்ற பெயரைத் தாங்கிய ஒரு காகிதக் கத்தையை அமெரிக்காவில் இருந்து பெற்றேன். இதில் இரண்டு புதிய கட்டுரைகளின் முன் பதிப்புகள் இருந்தன. அவற்றில் ஒன்று "RNA சங்கேதச் சொற்களும் புரதச் சேர்க்கையும்'' கரையும் RNA ரைபோசோம்களுடன் இணைவதில் டிரைநியூக்ளியோடைடுகளின் (Trinucleotides) பாதிப்பைப் பற்றிக் கூறுகிறது. பிலிப் லெடர் மற்றும் மார்ஷல் நிரென்பெர்க் ஆகியோர் அதன் ஆசிரியர்கள் ஆவார்கள். அது எதைப் பற்றியது என்பது உங்களுக்கு விளங்குகிறதா? அது ஒரு வேளை விளங்கவில்லை என்றும் நான் எதைக் குறிப்பிட விரும்புகிறேன் என்பதை நீங்கள் இன்னும் தெரிந்துகொள்ளவில்லை என்றும் நான் கருதுகிறேன். அதற்கு விவரமான விளக்கம் தேவைப்படுகிறது.

நிரென்பெர்க், ஓகாஆ மற்றும் பிறர்களுடைய முந்தைய பரிசோதனைகளின் முறைகளை நாம் முதலில் நினைவுபடுத்திக்கொள்வோம். இவை மறைமுகமானவையாக இருந்தன. உள் அமைப்பு தெரிந்திருந்ததும் ஆனால் சொற்களின்—பேஸ்களின்—வரிசை தெரியாதிருந்ததுமான செயற்கை RNA அமினோ அமிலங்களில் இருந்து புரதத்தைக் கட்டுவதற்கான அச்சாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. எனவே, அவர்கள் பொது உள் அமைப்பை மட்டுமே ஒப்பிடும்படியும் விளைவுகளைப் புள்ளி விவரவியல் முறையில் பகுத்தாயும்படியும் நிர்ப்பந்திக்கப்பட்டார்கள். இது கடினமானதாகவும் பிரயாசை மிக்கதாகவும் இருந்தது. மேலும் டிரைகுளோரிக் அமிலம் அல்லது டங்ஸ்டன் அமிலம் இவற்றால் வீழ்வு படிவம் அடையச் செய்யப்படும் நீண்ட அமினோ அமிலத்

தொடர்களை மட்டுமே இந்த முறையில் பகுத்தாராய முடிந்தது.

இக்கிரியை அதற்கு முன்னதாகவே கட்டுப்படுத்துவதே நிரென்பெர்க்கினுடைய புதிய பரிசோதனைகளின் பின்னிருந்த கருத்தாகும். (அதாவது ரைபோசோம்களில் இருந்து புரதச் சங்கிலி பிரிந்த பின்னர் அன்றி அதற்கு முன்னதாகவே கட்டுப்படுத்துவது) அப்போது அஞ்சல் RNAயின் மிகச் சிறிய மூலக்கூறுகளுடன் அமினோ அமிலங்கள் இணைவதை நிர்ணயிக்க முடியும்.

முதலில் அனைத்தும் நிரென்பெர்க்கின் முந்தைய பரிசோதனைகளில் நடந்தது போன்றே நடைபெற்றன. அடையாளமிடப்பட்ட அமினோ அமிலங்கள் அவற்றின் தாங்கிகளுடன் (மாற்றும் RNA) இணைக்கப்பட்டு அஞ்சல் RNAஐக் கொண்ட ரைபோசோம்களுடன் கலக்கப்பட்டன. அமினோ அமிலங்கள் ரைபோசோம்களுடன் இணையத் தொடங்கின. என்ன நேரிட்டது என்பதைக் காண்பதற்கு அதுவே சரியான தருணமாகும். ஆனால் எப்படி?

அவர்களுக்கு ஒரு தற்செயல் நிகழ்ச்சி உதவி இருக்கலாம். அச்செயற்கலவை செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் மூலம் வடிகட்டப்படும்போது ரைபோசோம்கள் மற்றும் அமினோ அமிலங்களைக் கொண்ட தாங்கிகள் இரண்டுமே வடிகட்டியில் தங்கி விடுகின்றன. இங்கு வடிகட்டிகள் பயன்படுத்தப்பட்ட போதிலும் வடிகட்டுதல் இன்றியமையாதது என்று தோன்றவில்லை. ஏனெனில், ரைபோசோம்களைவிட நூறு மடங்கு பெரிதான கண்களைக் கொண்ட வடிகட்டிகளைக் கூடப் பயன்படுத்தலாம். ஒருவேளை பரப்பு ஒட்டல், அதாவது வடிகட்டியின் பொருளோடு துகள்கள் ஒட்டிக்கொள்ளுதல் நிகழ்கிறது போலும். ரைபோசோம்கள் மிகவும் வலுவாக ஒட்டிக்கொள்கின்றன. வடிகட்டியை உப்புக் கரைசலில் கழுவினால் மாற்றும் RNAயும் சுயேச்சையான அமினோ அமிலங்களும் அகற்றப்பட்டு ரைபோசோம்கள் மட்டும் தன் இடத்தில் இருக்கின்றன. அப்போது ரைபோசோம்களுடன் அமினோ அமிலங்கள் இணைந்திருக்குமேயானால், எந்தக் குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்கள் இணைந்துள்ளன என்பதை அறிவது எளிது. ஏனெனில், அமினோ அமிலங்கள் கதிர் வீச்சு அடையாளத்தைக் கொண்டுள்ளன.

நிரென்பெர்க் தனது தொடக்கப் பரிசோதனைகளை நடத்திய அதே பாலியுரிடிலிக் அமிலத்துடன் தொடங்கினார். ஆனால் நீண்ட தொடர்களைப் பயன்படுத்துவது தேவையற்றதாக இருந்தது. ஒவ்வொரு ரைபோசோமுடனும் ஒரே ஓர் அமினோ அமிலம் இணைந்தாலும் கதிர் வீச்சு சமிக்ஞைகள் மூலம் அது தெரிந்து விடும். நீளத்தில் வேறுபட்ட தொடர்களைக் கொண்டு விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ச்சி செய்து வியத்தகு முடிவை அடைந்தார்கள். இரண்டு நியூக்ளியோடைடுகள் நீளமுள்ள தொடர் எந்த விளைவையும் கொடுக்கவில்லை. ஆனால் மூன்று நியூக்ளியோடைடுகள் (UUU) ரைபோசோம்களுடன் பினைலலனீன் தீவிரமாக இணைவதை ஊக்குவித்தன. நான்கு மற்றும் ஐந்து நூக்ளியோடைடுகள் கொண்ட தொடர்களும் மும்மெழுத்தைப் போன்ற அதே விளைவைக் கொண்டிருந்தன. மரபுச்சங்கேதம் மும்மெழுத்தால் ஆனாது. இதுவே ஸ்தூலமான முதல் ஊர்ஜிதமாகும். அது வரை பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் மும்மெழுத்துச் சங்கேதத்திற்கு ஆதரவாகப் பல சான்றுகளை அளித்து இருந்தார்கள். ஆனால் அவை அனைத்தும் மறைமுகமானவையாகவே இருந்தன.

Aக்களை அல்லது Cக்களை மட்டும் கொண்ட தொடர்களுடன் அதே மாதிரியான பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டு, அதே விளைவுகளைக் கொடுத்தன. AAA லைஸீனைக் குறித்தது என்றும் CCC புரோலீனைக் குறித்தது என்றும் எடுத்துக்காட்டப்பட்டது.

அது ஒன்றே வியக்கத்தக்கக் கண்டுபிடிப்பாகும். இரண்டாவது முன்பதிப்பு வெவ்வேறு எழுத்துகளைக் கொண்ட மும்மெழுத்துகளைப் பற்றிக் கூறியது. ஒரு Gயையும் இரண்டு Uக்களையும் கொண்ட மூன்று நியூக்ளியோடைடுகளின் மூன்று வெவ்வேறு வகைகளையும் GUU, UCU, UUG தயாரிப்பதில் வெற்றி பெற்ற விஞ்ஞானிகள் அவற்றை அதே போன்ற சோதனைகள் மூலம் பரிசிலித்தனர். அவர் வாலைன் (Valine) எனும் அமினோ அமிலம் இணைவதை ஆராய்ந்து அது GUU வின் முன்னிலையில்தான் இணைக்கப்படுகிறது என்று கண்டனர். மற்ற இரு வகைகளும் முற்றிலும் செயலற்று இருந்தன.

ஒரு விரிவான புதிய பாதை திறந்து விடப்பட்ட பின்பு, பிற கண்டுபிடிப்புகள் வெறும் செயல் அணுக்கப் பிரச்சினை யாகவே இருந்தன. நிரென்பெர்க்கும் அவரது சக ஆராய்ச் சியாளர்களும் சாத்தியமான எல்லா முவ்வெழுத்துகளையும் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பரிசீலனை செய்து ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பல பரிசோதனைகளைச் செய்தார்கள்.

ஆனால் மரபுச் சங்கேதத்தை நேரடியாக விடுவிப்பதற்கு மற்றொரு முறை விரைவிலேயே கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ''எழுத்துகளின்'' குறிப்பிட்ட வரிசையைக் கொண்ட செயற் கை RNAஐத் தயாரிப்பதில் விஞ்ஞானிகள் வெற்றி பெற் றார்கள். இங்கு சுற்றி வளைத்த பாதையே சுருக்கு வழி யாக இருந்தது என்பது உண்மையே.

அமெரிக்க இரசாயனவியலாளர்கள் கொரானாவும் இவ ருடைய சக ஆராய்ச்சியாளர்களின் ஒரு குழுவும் DNAயையும் (RNAயைப் பற்றியல்ல என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும்) அதன் உள் அமைப்பையும் பற்றிச் சில ஆண்டுகளாக விரி வான ஆராய்ச்சி செய்துகொண்டிருந்தார்கள். தமக்கு விருப் பமான வரிசையில் நியூக்ளியோடைடுகளை இணைப்பதற் கான ஒரு செயல்முறையை அவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். அதை அவரால் செய்ய முடியுமேயானால், அவர் இயற்கை யைப் போன்று செயல்பட முயற்சிக்கலாம்.

DNA ஓர் இரட்டைச் சுருள் என்பதை நீங்கள் நன்கு நினை வில் வைத்துக்கொண்டிருப்பீர்கள். சுருளை உண்டாக்கும் இரண்டு சங்கிலிகளும் வேறுபடுவதுடன் ஒன்று மற்றொன் றிற்கு இயைந்ததாக உள்ளது. இரண்டு சங்கிலிகளைக் கொண்ட மூலக்கூறு மட்டுமே உயிரியல் ரீதியில் செயல் படக் கூடியது. எனவே, கோரானோ ''எழுத்துகள்'' ஒன் றையொன்று பூர்த்தி செய்யும் வகையில் அமைக்கப்பட்ட இரண்டு வகைச் சங்கிலிகளைத் தயாரித்தார். இந்த இரண்டு சங்கிலிகளும் தகுந்த நிலைமைகளின்கீழ் கலக்கப்பட்ட போது அவை இரட்டைச் சுருள்களாக இணைந்தன.

இந்த வழியில் ''எழுத்துகளின்'' வரிசை துல்லியமாகத் தெரிந்த செயற்கை DNA மூலக்கூறு ஒன்று தயாரிக்கப்பட் டது. DNAஐக் கொண்டு RNAஐ எவ்வாறு சோதனைக்குழலில் தயாரிப்பது என்பதை விஞ்ஞானிகள் இதற்கிடையே அறிந் திருந்தார்கள். (RNA எழுத்துகளின் வரிசை DNA தொடக்

கியின் வரிசையைத் துல்லியமாக மறு திருப்பம் செய்கிறது) அதுதான் கோரானோ செய்தது.

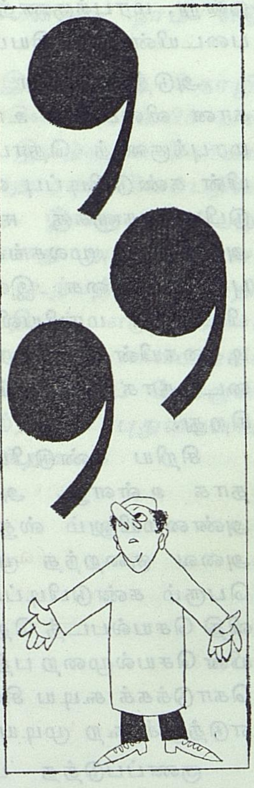
அதிலுள்ள எழுத்துகள் மட்டுமன்றி அவற்றின் வரிசையும் தெரிந்த RNA மூலக்கூறு தயாரிக்கப்பட்ட பின்பு அவற்றை 1961இல் மாஸ்கோவில் நிரென்பெர்க் அறிவித்த பரிசோதனைகளைக் கொண்டு சரி பார்ப்பது மட்டுமே மீதமிருந்தது. அந்தப் பரிசோதனைகள் அற்புதமான வெற்றி பெற்றன. பல்வேறு முவ்வெழுத்துகளின் சங்கேதப் பண்புகளை நிரென்பெர்க் பரிசீலித்தது போல, கோரானோ வெவ்வேறு RNA சங்கிலிகளின் முன்னிலையில் கட்டப்பட்ட புரதங்களை ஆராய்ந்தார்.

இரண்டு திசைகளிலும் ஆராய்ச்சிகள் விரைவாகச் செய்யப்பட்டன. இதன் பொது விளைவாக இருந்தது என்னவென்றால், நிரென்பெர்கின் முதல் மற்றும் இரண்டாவது முறைகளும் கோரானோவின் முறைகளும் முவ்வெழுத்துகளின் சங்கேதப் பண்பைப் பற்றி ஒரே முடிவுகளைக் கொடுத்தன. மற்றும் இவை, உயிர் வாழ் அமைப்புகளைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளின் விளைவுகளைப் பகுத்தாய்ந்தால் பெறப்பட்ட முடிவுகளைப் போன்றே இருந்தன.

அதோடு விஷயம் முடிந்து விடவில்லை. முதற்பரிசோதனைகள் அனைத்தும் குடல் பாக்டீரியாவிலிருந்து (E. Coli) பெறப்பட்ட செல் அற்ற அமைப்புகளைக் கொண்டு செய்யப்பட்டன. இப்போது பரிசோதனைகள் மற்ற செல்களில் இருந்து குறிப்பாக உயர் விலங்குகளில் செல்களில் இருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்ட அமைப்புகளைக் கொண்டு செய்யப்பட்டன. நமது கிரகத்தின் தாவர மற்றும் பிராணிகள் உலகம் இரண்டிற்குமே மரபுச் சங்கேதம் பொருந்தும் என்று தெரிந்தது. அல்லது சற்று முன் எச்சரிக்கையுடன் செய்வதானால், மரபுச் சங்கேதத்தின் சர்வ வியாபகத்தில் இருந்து எந்த விலக்கும் இது வரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

மரபுச் சங்கேதம் முழுமையாக விடுவிக்கப்பட்டு விட்டது. மொத்தம் 64 முவ்வெழுத்துகள் சாத்தியமானவை. அவற்றில் 61, குறிப்பிட்ட அமினோ அமிலங்களைப் புரதத்தில் உள்படுத்துவதை நிர்ணயிக்கின்றன. ஆனால் புரதச் சேர்க்கையில் 20 வெவ்வேறு அமினோ அமிலங்கள் மட்

டுமே பங்கு கொள்கின்றன. எனவே, அமினோ அமிலங்களில் பெரும்பான்மையானவை பல முவ்வெழுத்துகளால் சங்கேதப்படுத்தப்படுகின்றன என்பது தெளிவு. ஒவ்வோர் அமினோ அமிலத்திற்கும் சங்கேதமாக உள்ள முவ்வெழுத்துகளின் எண்ணிக்கை வேறுபடுகிறது. இரண்டு அமினோ அமிலங்கள் மட்டுமே ஒவ்வொன்றும் ஒரே ஒரு முவ்வெழுத்தைக் கொண்டுள்ளன. அந்த அமினோ அமிலங்கள்—மெதியோனீன் மற்றும் டிரிப்டோபான்—மிக அபூர்வமானவற்றில் இரண்டு என்பதை எளிதாக யூகிக்கலாம். ஸெரீன், ஆர்கினீன், லூயூஸீன் போன்ற மிகச் சாதாரணமான அமினோ அமிலங்கள் ஆறு வெவ்வேறு முவ்வெழுத்துகளால் சங்கேதப்படுத்தப்படுகின்றன.



ஆனால் இவை 64இல் 61 முவ்வெழுத்துகள்தான். மீதமுள்ள மூன்றின் விஷயம் என்ன? அவற்றின் பொருள் இன்னும் தெரியவில்லையா? அவற்றில் இரண்டின் பொருள் மிகத் தெளிவாக நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை ''பொருளற்ற முவ்வெழுத்துகள்'' அவை அமினோ அமிலங்களைச் சங்கேதப்படுத்துவதைப் பொருத்து மட்டுமே பொருளற்றவை. உண்மையில் அவை ஒரு புரதச் சங்கிலியின் தொடக்கத்தையும் முடிவையும் குறிக்கும் நிறுத்தல் குறிகளாகப் பயன்படுவதால் முற்றிலும் பொருளுள்ளவை. கடைசி முவ்வெழுத்தின் (UGA) பொருள் இன்னும் உறுதியாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் அதுவும் பொருளற்றதாகத்தான் இருக்குமென்று தற்பொழுது கிடைக்கும் சான்றுகள் அனைத்தும் சுட்டிக் காட்டுகின்றன.

அவ்வளவுதான். இயற்கையின் மாபெரும் புதிர்களில்

ஒன்று, மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியினுடைய இரசாயன அடிப் படையின் இரகசியம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டது.

அடுத்து என்ன என்று நீங்கள் கேட்கலாம். நான் அதற் கான விடையை உங்கள் கற்பனைக்கே விட்டு விடுகிறேன். மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியினுடைய இரசாயன அடிப்படை யின் கண்டுபிடிப்பு வரலாற்றில் மாபெரும் விஞ்ஞானக் கண் டுபிடிப்புகளுக்கு ஈடானது. அதை அணு உட்கருவின் அமைப்பு, மூலகங்களின் ஆவர்த்தன அட்டவணை, சார் புக் கொள்கை, இன்ன பிறவற்றின் கண்டுபிடிப்போடு ஒப் பிடலாம். மரபியலின் முன்னேற்றம் மனிதனுடைய நடவ டிக்கையின் பல தரப்பட்ட அமிசங்களுக்கு முக்கியத்துவமு டையதாக இருக்கும் என்பது முற்றிலும் தெளிவாகத் தெரி கிறது.

சிறிய கண்டுபிடிப்புகளின் முக்கியத்துவம் காண எளி தாக உள்ளது. அவற்றினுடைய விளைவுகள் காலத்தில் அண்மையிலும் ஸ்துலமானவையாகவும் உள்ளன. ஆனால், அவை குறைந்த முக்கியத்துவம் உடையவையே. ஆனால் பெரும் கண்டுபிடிப்புகளைப் பொருத்த மட்டில் மற்றொரு விதி செயல்படத் தொடங்குகிறது. மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி யின் செயல்முறை பற்றிய அறிவு நம்புதற்கரிய விளைவுகளைக் கொடுக்கக் கூடிய சில துறைகளை மட்டுமே நாம் இப்போது எடுத்துக் கூற முடியும்.

குணப்படுத்த டாக்டர்கள் செய்யும் முயற்சிகளுக்குச் சவால் விடும் நோய்கள், வைரஸ் பாதிப்புகள், கான்சர் மற் றும் அதைச் சார்ந்த நோய்கள் போன்றவை மருத்துவத்தில் உள்ளன. ஏனெனில் இந்த நோய்கள், செல்லினுடைய குரோ மோசோம் அமைப்பில் தோன்றும். சீர்குலைவுகளுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. மேலும் பரம்பரை வியாதிக ளைக் கட்டுப்படுத்தவும் மனித குலத்தின் ஆரோக்கியத் தைப் பொதுவாக உயர்த்தவும் முடியும் என்று நாம் நம் பலாம்.

விவசாயத்தைப் பொருத்தமட்டில் முன்னைவிடச் சிறந்த முறைகள் மூலம் புதிய கலப்பினங்களும் வகைகளும் தோன் றுமென்றும் மதிப்பு வாய்ந்த ஊட்டப் பொருள்களை அளிக் கும் புதிய சிற்றினங்கள் அநேகமாகத் தாழ்ந்த உயிரினங்

களிடையே சிருஷ்டிக்கப்படக் கூடுமென்றும் நாம் எதிர் பார்க்கலாம்.

முடிவாகத் தொழில் துறையில் இரசாயனத் தொழில் நுணுக்கங்கள் புரைமக்கப்படலாம். ஏனெனில், உயிர் வாழ் கின்ற செல், தன்னீர் மற்றும் காற்று இவற்றைக் கொண்டு மிகச் சிக்கலான பொருள்களைச் சாதாரண வெப்பநிலை யிலும் அழுத்தத்திலும் தயாரிக்கிறது. இன்று பயன்படுத் தப்படும் முறைகளோடு ஒப்பிடும் போது அது எவ்வளவு சாதகம் மிகுந்ததாக உள்ளது? அது உற்பத்தியில் குறிப் பாக, உணவுப் பொருள்களின் உற்பத்தியில், எடுத்துக்காட் டாகப் புரதங்கள், கொழுப்பு, சர்க்கரைகள், வைட்டமின் கள், மருந்துகள் இவற்றை அனங்ககக் கச்சாப் பொருள்க ளிலிருந்து உற்பத்தி செய்வதில் முற்றிலும் புதுமையான முறைகளுக்கு உத்தரவாதம் அளிக்கின்றன.

மொத்தத்தில் நான் ஏன் தந்தையைப் போலிருக்கிறேன்?

பயன் மிக்க மூன்று தத்துவங்கள்

வாசகர்தான் ஏமாற்றப்பட்டு விட்டதாகக் கருதலாம். நாம் நூலின் முடிவை நெருங்கிக்கொண்டிருக்கிறோம். ஆனால், அவர் ஏன் தம் தந்தையைப் போன்று அல்லது தந் தையைப் போல அல்லாது சந்தர்ப்பத்தைப் பொருத்து இருக்கிறார் என்பது பற்றி இது வரை எதுவும் கூறப்பட வில்லை. ஆனால், நமது நூல் மானிட மரபியலைப் பற்றி அன்றிய பொதுவாக மரபியல் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிக் கூறுகிறது. மரபியல் விதிகளைப் பொருத்த மட்டில் அவை சர்வ வியாபகத் தன்மை உடையவை என்றும் ஒரு பட்டா ணிக்கோ, ஒரு பழ ஈக்கோ பொருந்துவது மனிதனுக்கும் பொருந்துமென்றும் நாம் மீண்டும் மீண்டும் வலியுறுத்தி உள்ளோம்.

பொது மரபியலினோடு மானிட மரபியல் எனும் பெரிய தனிப்பட்ட துறையும் உள்ளது. பல தடித்த நூல்களும் எண்ணற்ற விசேஷக் கட்டுரைகளும் அதைப் பற்றி எழுதப் பட்டுள்ளன. இதைப் போன்ற மற்றொரு சனரஞ்சக விஞ் ஞான நூலுக்கு அது உரிய கருப்பொருளாகும்.

எடுத்துக்காட்டாக, அந்நூல் நூறாண்டு போரின் இறுதி நிகழ்ச்சிகளில் ஒன்றின்—*1453* காஸ்டில்லான்போரின்— கதையோடு தொடங்கலாம். ஆங்கில இராணுவத்தின் தள பதியாகிய ஜான் டால்பட்—பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு அவ ருக்கு ஷ்ரூஸ்பரி பிரபு என்ற பட்டத்தை அரசர் அளித்தி ருந்தார்—எவ்வாறு அந்தப் போரில் கொல்லப்பட்டுத் தமது ஊழியர்களின் கைகளில் சாய்ந்தார் என்பதைப் பற்றி நான் எழுதுவேன். அவர் ஷ்ரூஸ்பரி மாதா கோவிலிருந்த அவரது குடும்பக் கல்லறையில் ஆடம்பரமான சடங்குகளுடன்

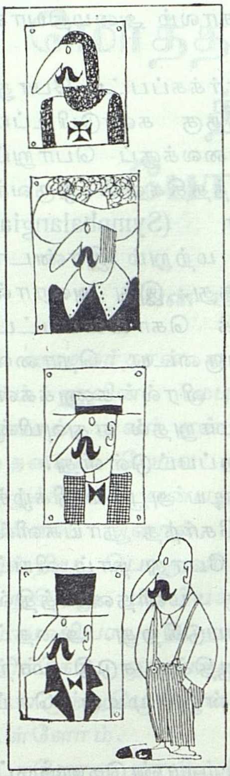
புதைக்கப்பட்டு ஏறத்தாழ 500 ஆண்டு காலம் அமைதியாக இருந்தார்.

1914இல் மாதா கோவிலில் பழுது பார்க்கப்பட்ட போது அக்கல்லறை திறக்கப்பட்டு ஒரு வியத்தகு கண்டுபிடிப்பு செய்யப்பட்டது. பழுது பார்க்கும் வேலைக்குப் பொறுப்பாக இருந்தவர் ஜான் டால்பட்டின் சந்ததிகளில் ஒருவர் ஆவார். அவருக்கு ஸிம்பாலஞ்ஜியா (Symphalangia) என்ற உடல் ஊனம். விரல்களின் முதல் மற்றும் இரண்டாவது கணுக்கள் இணைந்திருத்தல் இருந்தது. இது அவரால் அவரது தந்தையிடமிருந்து சுவீகரித்துக் கொள்ளப்பட்ட பரம்பரை ஊனமாகும். ஆனால் அவருடைய தொலைதூரத்து மூதாதையின் எலும்புகளிலும் விரல் கணுக்கள் இணைந்திருந்தன. இந்த உடல் ஊனம் மாறுதல் எதுவுமின்றி பதினாறு தலைமுறைகளுக்கு மாற்றப்பட்டுள்ளது.

ஆனால், அது எவரையும் ஆழ்த்தக்கூடிய அபூர்வ நிகழ்ச்சியாகும். ஆனால், ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த நாய்களில் ஒரே மாதிரியான பண்புகளைக் காணும் போது நாம் வியப்படைவதில்லை. ஆனால், இங்கு ஒரு மனிதனிடத்தில் அபூர்வமான பரம்பரைப் பண்பு காணப்படுகிறது. அதைப் பற்றி நாம் சிந்தித்தோமானால், ஓர் ஆதிக்க சடுதி மாற்றத்தின் விளைவே ஸிம்பாலஞ்ஜியா என்று முடிவு செய்யலாம்.

ஆனால் வாசகரை இறந்த கால நூற்றாண்டுகளுக்குப் பதிலாகத் தொலைத்தூர நாடுகளுக்கு அழைத்துச் சென்றும் நாம் நமது கதையை வேறு ஒரு வழியில் தொடங்கலாம்.

சாஸ்திரிய திருச்சபையின் எதிர்பாளர்கள் அல்லது பழைய விசுவாசிகள் என்ற ருஷ்ய மக்களின் சந்ததிகளைக் கொண்ட குடியேற்றங்கள் பிரேஸில் உள்ளன. எதிர்பாளர்களை எந்த மதமும் சகித்துக்கொள்வதில்லை. புரட்சிக்கு முன்னர் ருஷ்யாவில் அதிகாரப் பூர்வமான மதமாக இருந்த ருஷ்ய சாஸ்திரிய திருச்சபையும் இதற்கு விதிவிலக்கல்ல. ருஷ்ய சாஸ்திரித திருச்சபையின் தலைவராக இருந்த பாட்ரியார்க் நிகோன், பதினேழாவது நூற்றாண்டில் திருப்பலியில் சில வேறுபாடுகளைப் புகுத்தினார். ஆனால், பலர் பழைய முறைகளையே தொடர்ந்து கையாண்டனர். அவர்



கள் பல நூற்றாண்டுகள் வரை கொடுமையாகத் துன்புறுத்தப்பட்டார்கள். பழைய விசுவாசிகளில் தீவிரமானவர்கள்துன்புறுத்தலில் இருந்து விடுதலை பெறப் பிற நாடுகளுக்குக் குடி பெயர்ந்தார்கள். இந்த முறையில் துருக்கி, கனடா, ஆஸ்திரேலியா, பிரேஸில், இன்னும் பிற நாடுகளில் ருஷ்யக் குடியேற்றங்கள் தோன்றின.

ஆனால் பிரேஸிலில் பழைய விசுவாசிகளை நாம் காணச் செல்லதற்கு முன், முதலில் உங்கள் கரங்களை மார்பின் குறுக்காகக் கட்டிக்கொள்ளுங்கள், அதை நீங்கள் எவ்வாறு செய்கிறீர்கள் என்பதைக் கவனித்துக்கொள்ளுங்கள். ஒருகை மற்றொருகையின்மேல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இப்போது அதை மாற்றிக் கட்டிக்கொள்ளுங்கள். அது உங்களுக்குச் சிறிது அசௌகரியமாக இருக்கலாம். ஆனால் அதைப் பற்றிச் சிந்திக்காமலேயே நீங்கள் கைகளைக் கட்டிக்கொள்வீர்களானால் நீங்கள் எப்போதும் ஒரே கையை மற்றொன்றின்மீது வைப்பீர்கள். அது ஒரு பழக்கமா என்ன?

நாம் இப்போது பிரேஸிலில் இருக்கிறோம். ரியோ த ஜெனிரோவின் தெருக்களிலே நடக்கும்போது தங்கள் கைகளை எந்த வழியிலும் குறுக்காகக் கட்டிகொள்ளும் சுதேசிகளை நாம் காணலாம். ஆனால், நாம் பழைய விசுவாசிகளிடம் சென்று, அவர்களது கரங்களைக் கட்டிக்கொள்ளும்படி கேட்டால், அவர்கள் எல்லோரும் ஒரே முறையில்தான் கட்டிக்கொள்வார்கள். அது பழைய நம்பிக்கைக்கு ஓர் அடையாளமா? அவர்கள் சாஸ்திரியமான கிறிஸ்துவர்களிடமிருந்து வேறுபட்ட முறையிலே சிலுவைக் குறி இட்டுக்கொண்டார்கள். ஆனால், அதைப் பற்றி நீங்கள் அவர்களிடம் கேட்டால், அவர்களது கரங்களை அந்த முறையிலே

கட்டிக்கொள்வது எளிதாக இருப்பதால்தான் அவ்வாறு செய்வதாகக் கூறுவார்கள். ஒருவர் எந்த முறையிலே தன் கரங்களைக் கட்டிக்கொள்கிறார் என்பது சுவீகரிக்கப்படுகிறது என்பது இதன் பொருளா? உண்மை அதுதான். சென்ற நூற்றாண்டில் கடல் கடந்து சென்று பிரேஸிலில் ருஷ்யக் குடியேற்றம் ஒன்றைத் தோற்றுவித்த அந்தப் பிடிவாதமான விவசாயிகளில் பரம்பரைப் பண்பாகும் அது.

மானிட மரபியல் பற்றிய நூலுக்கு இரண்டில் எந்தக் கதையும் ஒரு நல்ல தொடக்கமாக இருக்கும். மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் வல்லமைக்கு அவை தெட்டத் தெளிவான எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். ஒருவர் தனது கரங்களைக் கட்டிக்கொள்ளும்முறை முற்றிலும் முக்கியத்துவம் அற்றது. ஸிம்பாலஞ்ஜியாவில் ஓரளவு அசௌகரியம் இருந்தாலும் அது அபூர்வமானது. ஆனால், மிகவும் முக்கியமான விளைவைக் கொண்ட மிகச் சாதாரணமான பண்பை விளக்கும் எடுத்துக்காட்டு ஒன்றைக் கொடுப்பது கஷ்டமல்ல.

ரத்தச் சிவப்பு அணுக்கள் ஓர் அரிவாள் அல்லது பிறைச் சந்திர வடிவை அடையும் அரிவாள் செல் சோகையைப் பற்றி டாக்டர்கள் நீண்ட காலமாகவே அறிந்திருக்கிறார்கள். சிலரிடத்தில் இந்த நோய் தீங்கற்று உள்ளது. அவர்கள் சகஜமாக இருக்கிறார்கள். பிறரிடத்தில் அது குழந்தைப் பருவத்திலேயே மரணத்தை உண்டாக்கும் தீவிரமான நோயாகிறது. அதில் தப்பிப் பிழைப்பவர்கள் தீவிரமான சோகை உடையவர்களாக இருக்கிறார்கள். குறைவான உடல் வளர்ச்சி கொண்டவர்களாக இருக்கிறார்கள். மூட்டுகள், தசை, வயிறு இவற்றில் கொடுமையான வலியாலும் பல சந்தர்ப்பங்களில் பக்கவாதத்தாலும் துன்பப்படுகிறார்கள். ஆராய்ச்சிகள் எடுத்துக்காட்டியிருப்பது போல அது ஒரே ஒரு ஜீனில் ஏற்படும் மாற்றத்துடன் தொடர்புடைய பரம்பரை நோயாகும். எனவே, அது மெண்டலின் முதல் விதிக்குத் துல்லியமாக இயைந்து ஒரு சந்ததியிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மாற்றப்படுகிறது. அரிவாள் செல் ஜீனுக்கு ஹோமோஸைகோட்டுகளாக இருப்பவர்கள் தீவிரமாக நோய்வாய்ப்படுகிறார்கள். ஆனால் ஹெட்ரோஸைகோட்டுகளில் சிவப்பணுக்களின் உருவம் மட்டுமே மாற்றப்படுகிறது. இந்த நோய் வெப்ப நாடுகளில் சர்வ சாதாரணமாகும்.

அரிவாள் செல் ஜீனுக்கு ஹெட்ரோசைகோட்டாக இருப்பவர்கள். அதாவது ஆரோக்கியமாக இருப்பவர்கள் வெப்ப நாட்டுக் காய்ச்சலுக்கு எதிர்ப்பு சக்தி உடையவர்களாக இருக்கிறார்கள்.

உயிர் இரசாயனவியல் மட்டத்தில் மட்டுமன்றி, மூலக்கூறு மட்டத்திலும் ஆராயப்பட்ட முதல் பரம்பரை நோய் அரிவாள் செல் சோகை என்பது அதிஷ்டகரமானதே. சிவப் பணுக்களின் உள் அமைப்பில் ஒரு பகுதியாக உள்ள ஒரு புரதமாகி ஹீமோகுளோபினின் மாற்றப்பட்ட பண்புகளே இந்த நோயின் உயிர் இரசாயனவியல் அடிப்படையாக உள்ளது. ஹீமோகுளோபின் பற்றிய விரிவான ஆராய்ச்சி, சாதாரணமான வகைக்கும் அசாதாரணமான வகைக்கும் இடையே மிகச் சிறிய வேறுபாட்டைக் காட்டியது. அதன் சங்கிலிகளில் 150 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்ட சங்கிலி ஒன்றில் குளூடாமிக் அமிலம் இருக்க வேண்டிய இடத்தில் வாலைன் இருந்தது. மரபுச் சங்கேதத்தை நாம் பார்ப்போமானால், நியூக்ளியிக் அமில மூலக்கூறு ஒன்றில் ஒரு பேஸ் மாற்றி அமைக்கப்படுவதே இச்சடுதி மாற்றத்தின் காரணம் என்பது தெளிவாகிறது. அத்தகைய ஒரு சிறிய மாற்றம் அத்தகைய பரபரப்பான விளைவுகளைக் கொடுக்கிறது.

எடுத்துக் காட்டுகள் போதும். மற்றைய அதிகாரங்களில் விவரிக்கப்பட்டனவும் உலகில் உள்ள உயிர்வாழ்வன அனைத்திற்கும் பொருந்துபவையுமான விதிகளின் அடிப்படையிலேயே மனிதனின் மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி நிகழ்வு அமைந்துள்ளது என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. மானிட மரபியலை ஆராய்வதற்குக் கைக் கொள்ளப்படும் முறைகளைப் பற்றியும் அதன் முன் உள்ள பிரச்சினைகள் பற்றியும் நவீன சமூகத்திற்கு அதன் முக்கியத்துவம் பற்றியும் சுருக்கமாக வேனும் விவரிப்பது அதைவிட முக்கியமானதாகும்.

சதுரங்கத்தில் குதிரை இயக்கம்

ஒரு வாளியில் ஒரு சிறிய துளை இட்டால், அதிலிருக்கும் நீர் அனைத்தும் விரைவிலேயே வெளியேறி விடும். ஆனால், நமது தோலில் ஒரு சிராய்வோ, ஓரளவு பெரிய

வெட்டோ ஏற்பட்டால்கூட நாம் அதிகம் கவலைப்படுவதில் லை. அதன் மூலம் நாம் நமது இரத்தமனைத்தையும் இழந்து விடுவோம் என்று எண்ணுவதில்லை. ஆனால் மிகவும் அபூர் வமாகப் பல பத்தாயிரங்களில் ஒருசந்தர்ப்பத்தில் எந்த ஒரு சிராய்ப்பைப் பற்றியும் கவலைப்பட வேண்டிய மக்கள் (காரணமின்றி அல்ல) இருக்கிறார்கள். அவர்களிடத்தில் இரத்தப் போக்கை நிறுத்துவது கடினம். எனவே, ஒரு சிறிய சிராய்ப்புக்கூட அவர்களுக்கு மரணத்தை விளைவிக் கலாம். மானிடர்கள் அனைவருடைய இரத்தத்திலும் பைப் ரினோஜென் என்று பொருள் உள்ளது. அது சாதாரண மக் களிடத்தில் பைப்ரின் (Fibrin) எனும் பொருளாக மாற்றப் படுகிறது. அது உறைவதால் காயங்களின் இரத்தப் போக்கு நிறுத்தப்படுகிறது. ''இரத்தம் உறைவிக்கும் பல அமிசங் கள்'' இருப்பதால், இவ்வாறு நிகழ்கிறது. அபூர்வமான சிலரிடத்தில் இந்த அமிசங்களில் ஒன்று காணப்படுவதில்லை. இந்தக் குறை, ஹீமோபைலியா என அழைக்கப்படும் நோய் பரம்பரையானது.

கடைசி ருஷ்ய ஜார் ஆன இரண்டாவது நிக்கோலாஸின் மகனாகிய ஜாரேவிச் அலெக்ஸி இந்த நோயால் பீடிக்கப் பட்டிருந்தார் என்பது தெரியும். ஸ்பானிஷ் இளவரசர்க ளாகிய அல்பான்ஸோ மற்றும் கோஸ்ஸாலோ ஆகியோர் இந்நோயால் இறந்தனர். அது போலவே, இங்கிலாந்தில் ஏழாவது எட்வர்டின் சகோதரராகிய லியோபோல்டும் பிரஷ்ய இளவரசர் ஸிகிஸ்மண்டின் சகோதரர்களாகிய வெல்டிமர் மற்றும் ஹென்றி ஆகியோரும் இந்நோயால் இறந்தனர். இது ஒரு 'ராஜநோயா'' என்ன? மரபியலுடன் பரிச்சயமில்லாத எவராலும் கேட்கப்படக்கூடிய நியாயமான கேள்விதான் அது.

ஆனால், ராஜ குடும்பத்தின் விதிகளின்படி ஓர் இளவ ரசர் ஓர் இளவரசியைத்தான் மணம் செய்துகொள்ளும்படி நிர்ப்பந்திக்கப்பட்டார் என்பதை ஒரு மரபியலாளர் நினை வில் வைத்துக்கொள்வார். சில காலத்திற்கு முன்பு முப்பது களில் இங்கிலாந்தில் எட்டாவது எட்வர்டு அரசர் திருமதி வாலிஸ் சிம்ப்ஸனை மணந்துகொண்டதால் பதவி துறக்கும் படி நிர்ப்பந்திக்கப்பட்டார் என்பது நினைவிற்கு வரலாம். ஆனால் இளவரசிகள் எண்ணிக்கையில் குறைவாகவே உள்

ளார்கள். எனவே ஐரோப்பாவில் ஆளும் வமிசங்கள் அனைத்தும் இரத்த உறவு கொண்டவை. (ஆனால் இது ஒருவருக்கு எதிராக ஒருவர் போர்களைத் தொடுப்பதிலிருந்தும் சதி செய்வதிலிருந்தும் அவர்களைத் தவிர்க்கவில்லை).

உண்மையில் அரசர்களும் அரசிகளும் இளவரசர்களும் இளவரசிகளும் மரபியல் ஆராய்ச்சிக்குச் சிறந்த ஆராய்ச்சிப் பொருள்களாக இருப்பார்கள். மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி விதிகளை நிறுவுவதற்காகக் கலப்பினச் சேர்க்கைப் பரிசோதனைகளில் மனிதர்களைப் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனால் ஐரோப்பியப் பேரரசர்கள் இயற்கை விதிகளுக்கு எதிராகத் திருமணம் செய்துகொண்டு ஒரு பரிசோதனையாளர் எதைச் செய்திருப்பாரோ அதையே ஓரளவிற்குச் செய்தனர். மேலும் அரசர்களின் வமிசாவளி, விவசாயிகளின் வமிசாவளியைவிட நன்கு தெரிந்துள்ளது.

ஐரோப்பியப் பேரரசர்களின் எட்டுக் கடைசிச் சந்ததிகளின் வமிசாவளி என் முன் உள்ளது. அது விஷயங்களை உடனடியாகத் தெளிவுபடுத்துகிறது. ஹீமோபைலியாவால் பாதிக்கப்பட்டவர் பதின்மர், அனைவரும் ஆண்கள், இதில் ஒன்றிலாவது மகன் தனது தந்தையிடமிருந்து நோயைப் பெறவில்லை. ஆனால் அவர்களுடைய தாயின் சகோதரர்கள் பல சந்தர்ப்பங்களில் பாதிக்கப்பட்டு இருந்தார்கள். மாமனிடமிருந்து மருமகனுக்கு! வில்லியம் பேட்சினின் உவமையின்படி கூறினால், ஹீமோபைலியா ''சதுரங்கத்தில் குதிரையின் இயக்கத்தைப் போன்று'' கடத்தப்படுகிறது. வமிசாவளியைக் கூர்ந்து பரிசீலனை செய்தால், ஹீமோபைலியாவின் முதல் ''கடத்தி'' இங்கிலாந்தின் விக்டோரியா அரசி என்று தெரிகிறது. அவருடைய மூதாதையர் அல்லது தாயாதிகளில் எவரும் இந்த நோயால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கவில்லை. அவரையோ அவரது பெற்றோர்களில் ஒருவரோ இதைச் சடுதி மாற்றத்தைக் கரு வளர்ச்சியின் தொடக்கக் கட்டத்திலே பெற்றிருக்க வேண்டும்.

ஹீமோபைலியாவைச் சுவீகரித்துக்கொள்வது பற்றிய விதி மிகவும் எளிதானதாக இருந்ததோடு மெண்டலின் காலத்திற்கு வெகு நாள்களுக்கு முன்னரே தெரிந்தும் இருந்தது. அது சென்ற நூற்றாண்டின் தொடக்க ஆண்டுகளில்

விஞ்ஞான இலக்கியத்தில் விவரிக்கப்பட்டது. ஆனால் கிராமீ இலக்கியம் அதைப் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னரே கவனித்து இருந்தது. குழந்தைகளின் அண்ணன்மார்கள் அல்லது தாய் வழி மாமன்மார்கள் இரத்த இழப்பிற்கு உட்பட்டவர்களாக இருந்தால் அவற்றிற்குச் சுன்னத் செய்வது அபயகரமானது என்று டால்மட் கூறுகிறது.

மனிதர்களிடத்தில் பல சாதாரணமான மற்றும் நோய்க் காரணமானப் பண்புகளின் பாரம்பரியத் தோற்றம் மற்றும் அவை சுவீகரிக்கப்படும் படிவம் இவற்றை வமிசாவளிகளின் ஆராய்ச்சி வெளிக் காட்டியுள்ளது. மானிட மரபியலை ஆராய்வதற்கு வமிசாவளி பொதுவாக மிகவும் முக்கியமானதாகும். ஆனால் அது மட்டுமே ஒரு வழி அல்ல.

நெருங்கிய உறவினர்களிடையே, எடுத்துக்காட்டாக, சகோதரர்களிடையே ஒரே பண்பு காணப்படுமேயானால், அது பரம்பரைப் பண்பு என்பது பொருளாகாது. அது ஒரே மாதிரியான வாழ்க்கை நிலைமை, வளர்ப்பு, ஊட்டம் இவற்றினால் தோன்றி இருக்கக் கூடும். நோய்களைப் பொருத்த மட்டில் அவை கிருமிகளால் பாதிக்கப்படுவதால் இருக்கலாம். ஆனால் ஹிமோபைலியா-ஸிம்பாலஞ்ஜியாவுந்தான் (Haemophilia — symphalangia) போன்ற பண்புகளை வளர்ப்பிற்கோ, பாதிப்பிற்கோ உரித்தாக்கி விட முடியாது. ஆனால் உளத் திறமைகள், குணப் பண்புகள் மற்றும் முட்டுக் காய்ச்சல், புற்றுநோய், இரட்டை மன நோய் இவை போன்ற நோய்கள் இவற்றின் விஷயம் என்ன?

இவற்றை ஆராய்வதற்கு ஒரு வியத்தகு ஆய்வுப் பொருளை இயற்கையே மரபியலாளர்களுக்கு அளித்துள்ளது. அது தான் இரட்டையர்கள். இரட்டையர்கள் இரு வகைப்படுவர். சில சமயங்களில் அவர்கள் இரண்டு பட்டாணிகளைப் போன்று ஒரே மாதிரியாக இருக்கிறார்கள். அவர்களைப் பிரித்துக் காண்பது கஷ்டமாக உள்ளது. அல்லது அவர்கள் பெரும்பான்மையான சகோதரர்களையும் சகோதரிகளையும் போன்றே இருக்கலாம். இவ்விரு வகைகளும் அவை தோன்றும் முறையில் வேறுபடுகின்றன. முதல் சந்தர்ப்பத்தில் இரட்டையர்கள் கறுவுறுத்தப்பட்ட ஒரே அண்டத்திலிருந்து தோன்றுகிறார்கள். அவர்கள் உருவொத்த இரட்டையர்கள் எனப்படுவார்கள். அவர்கள் ஒரே மாதிரியான ஜீன்

அமைப்பைக் கொண்டிருப்பதால், அவர்கள் ஒரே மாதிரியாக இருக்கிறார்கள். பிந்தைய சந்தர்ப்பத்தில் இரட்டையர்கள் இரு வெவ்வேறு அண்டத்தில் இருந்து தோன்றுகிறார்கள். அவர்கள் தந்தை வழி இரட்டையர்கள் எனப்படுவர்.

ஒரே மாதிரியான நிலைமைகளின்கீழும் வெவ்வேறு நிலைமைகளின்கீழும் வாழ்கின்ற உருவொத்த மற்றும் தந்தை வழி இரட்டையர்கள் ஒவ்வொருவரிடத்திலும் ஒரே பண்பு எத்தனை முறை தோன்றுகிறது என்பதை அறிய மரபியலாளர்கள் ஆர்வமுடையவர்களாக இருக்கின்றார்கள். ஏனெனில், இந்த முறை மூலம் அவர்கள், மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி மற்றும் சூழ்நிலை இவற்றின் பரஸ்பர பங்கை உறுதி செய்துகொள்ள முடியும். உருவொத்த மற்றும் தாழ் வழி இரட்டையர்களில் ஒரே பண்பு இணைந்து தோன்றும் எண்ணிக்கை ஒரே மாதிரியாக இருக்குமானால், மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியின் பங்கு ஏதுமற்றதாகி விடுகிறது. ஆனால், அவற்றின் எண்ணிக்கை உருவொத்த இரட்டையர்களிடத்தில் அதிகமாக இருக்குமானால், அந்தப் பண்புகள் நிச்சயமாகப் பரம்பரைப் பண்புகள் ஆகும்.

இரட்டையர்களின் பிறப்பு, ஆயிரம் பிரசவங்களில் சுமார் பத்து முறையே தோன்றும் ஓர் அபூர்வ நிகழ்வாகும். இரட்டையர்களின் மொத்த எண்ணிக்கையில் உருவொத்த இரட்டையர்கள் மூன்றில் ஒரு பங்காகும். இரட்டையர்களிடையே சிசு மரணம் உயர்வாக உள்ளது என்பதையும் அதனோடு கவனிக்க வேண்டும். விஞ்ஞானத்திற்கு அதன் முக்கியத்துவம் மிகவும் உயர்வாக இருப்பதால், சில ஆராய்ச்சியாளர்கள், இரட்டையர்களின் பிரச்சினையிலேயே முற்றிலும் ஈடுபட்டுள்ளார்கள். அந்த ஆராய்ச்சிக்கு இரட்டையர் இயல் எனும் விசேஷப் பெயர் சூட்டப்பட்டுள்ளது.

இரட்டையர்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சியிலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகள் மிகவும் அற்புதமானவையாக இருப்பதால், அவற்றில் சில எடுத்துக்காட்டுகளைக் காண்பது தகும்.

மிகவும் தெளிவாகப் புலனாகும் விவரங்களிலிருந்து நாம் தொடங்குவோம். உருவொத்த இரட்டையர்களில் ஒரே மாதிரியான நிறமுடைய கண்கள் 99.5 சத விகிதச்

சந்தர்ப்பங்களிலும் தலைமயிர் 97 சத விகிதச் சந்தர்ப்பங்களிலும் ஒரே மாதிரியான தோல் நிறம் 100 சத விகிதச் சந்தர்ப்பங்களிலும் காணப்படுகிறது. தந்தை வழி இரட்டையர்களில் இந்த எண்ணிக்கைகள் முறையே 27, 23 மற்றும் 45 சத விகிதமாக உள்ளது. இவை அணைத்தும் ''சிறந்த'' மரபுக்குணங்கள் என்பது தெட்டத் தெளிவாகத் தெரிகிறது. ஆனால் இது இரட்டையர் இயல் இல்லாமலேகூடத் தெரிந்திருந்தது.

இரட்டையர்களிடையே நோய்களைப் பற்றிய புள்ளி விவரத்தைப் பரிசீலனை செய்வது மேலும் சுவையுடையதாக உள்ளது. அதற்கு இரு வகையான இரட்டையர்களிடமும் ஒரே நோய் தோன்றுவது கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக இரட்டை மன நோய் உருவொத்த இரட்டையர்களிடையே 69 சத விகிதமும் தந்தை வழி இரட்டையர்களிடையே 10 சத விகிதமும் காணப்படுகிறது. வலிப்பு நோய்க்கு இந்த எண்ணிக்கை முறையே 67 மற்றும் 3 சத விகிதமாகவும் நீரிழிவிற்கு 65 மற்றும் 18 சத விகிதமாகவும் உள்ளது. எனவே, இந்த நோய்கள் உண்டாவதற்கு மரபு பரம்பரைப் போக்கு மிக முக்கியமான காரணம் என்று அநுமானிக்கலாம்.

ஆனால் விஷயங்கள் எப்போதும் இவ்வளவு தெளிவாக இருப்பதில்லை. நாம் புற்றுநோய் பற்றிய புள்ளி விவரத்தைப் பரிசீலனை செய்தால், உருவொத்த இரட்டையர்களுக்கும் தந்தைவழி இரட்டையர்களுக்கும் இடையே அடிப்படை வேறுபாடு எதையும் நாம் காண்பதில்லை. ஆனால் புற்றுநோயால் பாதிக்கப்பட்ட ஜோடிகளை மட்டுமே நாம் பரிசீலனை செய்தால், நோய் உருவாகும் அங்கம், கட்டி தோன்றும் வயது, அதன் போக்கு ஆகிய நோய் பண்புகளில் உருவொத்த இரட்டையர்களிடையே ஒற்றுமை உள்ளது என்பதைக் காண்கிறோம். தந்தை வழி இரட்டையர்களில் அத்தகைய ஒற்றுமை இல்லை. சில வகையான புற்றுநோய்களுக்குப் பரம்பரைக் குணத்தைச் சார்ந்த ஒரு போக்கு உள்ளது என்பதே இதன் பொருள். ஆனால் இந்த அபாயகரமான அமிசம் எப்போதும் நடைமுறையில் வெளிப்பாடு அடைவதில்லை.

மானிட மரபியலின் ஆராய்ச்சியில் விரிவாகப் பயன்

படுத்தப்படும் மூன்றாவது முறை வெவ்வேறு ஜனத் தொகுதிகளை ஒப்பிடுவதாகும். இங்கு சுவையான அமிசங்கள் யாவை எனில், வேறுபட்ட வாழ்க்கை நிலைமைகள் (வெப்பதட்ப நிலை, உணவு, இயற்கைக் கதிர்வீச்சு மட்டம்) மற்றும் நீண்ட காலமாகத் தனிமைப்படுத்தப்பட்டிருத்தல்—எடுத்துக்காட்டாக, மலைக் கிராமங்கள், இவற்றில் ஒரு சிறிய சமூகத்தில் நிலவும் நிலைமைகளின் காரணமாகத் தாயாதித் திருமணம் ஒரு சாதாரண நிகழ்ச்சியாகும்—ஆகியவையாகும்.

குரோமோசோம்கள் பற்றிய ஆராய்ச்சி பொது மரபியலின் முன்னேற்றத்திற்குப் பெரிதும் உதவியுள்ளது. அது மானிட மரபியலுக்கும் அதே அளவு முக்கியத்துவம் உடையதாக இருந்துள்ளது. ஆனால் துரதிர்ஷ்ட வசமாக மனிதனது குரோமோசோம்கள் ஆராய்வதற்கு அசௌகரியமானவை. அவை எண்ணிக்கையில் ஓரளவு அதிகமாகவும் சிறியனவாகவும் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று பிரித்துக் காண முடியாதவையாகவும் உள்ளன.

ஆனால், மனமிருந்தால் மார்கமுண்டு, அண்மை ஆண்டுகளில் மானிட மரபியல் வியத்தகு முன்னேற்றத்தை அடைந்துள்ளது. சில சிறிய கண்டுபிடிப்புகள் ஆராய்ச்சி முறைகளைச் செம்மையுறச் செய்திருப்பதால், மைக்ரோஸ்கோப் மூலம் ஆராய்வதற்கும் பகுத்தாய்வதற்கும் தேவையான நல்ல ஸ்லைடுகளைத் தயாரிப்பது இப்போது கஷ்டமல்ல என்பதே முதன்மையான விஷயம். மானிடக் குரோமோசோம்களை ஆராய்வதற்கு இப்போது இரத்தமே மிகச் சாதாரணமான ஆராய்ச்சிப் பொருளாகி விட்டது என்பது அதைவிடச் சுவையானதாகும். இரத்த செல்கள் பகுப்படைவதில்லை என்பது உண்மையே. ஆனால், வெள்ளை அணுக்களைப் பகுப்படையச் செய்து, குரோமோசோம்களை ஆராய்ச்சிக்கு உரியதாகச் செய்யும் ஓர் அற்புதமான பொருள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. (இது பீன்ஸிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது)

மானிடக் குரோமோசோம்களின் ஆராய்ச்சி உடனடியாக முக்கியமான விவரங்களை வெளிக் கொணர்ந்தது. முதலாவதாக, சாதாரண மானிட செல் 46 குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கிறது என்றும் பெண் செல்கள்

இரண்டு x குரோமோசோம்களையும் ஆண் செல்கள் ஓர் x குரோமோசோமையும் ஒரு y குரோமோசோமையும் கொண்டுள்ளன என்றும் முடிவாக நிறுவப்பட்டது. மானிடர்களிடத்தில் பால் நிர்ணயம் டிரோஸோபைலாவில் இருப்பது போன்றே இருக்கவில்லை. பழ ஈயில் x குரோமோசோம்களின் எணிணிக்கையால் மட்டுமே பால் நிர்ணயம் நடைபெறுகிறது. இரண்டு பெண்களையும் ஓர் ஆணையும்—அதே சமயத்தில் ஒரு y குரோமோசோம் இருக்கிறதா என்பது முக்கியமல்ல—தோற்றுவிக்கிறது. ஆனால் மானிடர்களிடத்தில் ஆண்பால் y குரோமோசோமாலும் பெண்பால் அந்தக் குரோமோசோம் இல்லாதிருப்பதாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன.

குரோமோசோம் சார்ந்த நோய்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக, பிறவி மௌடீகத்தின் ஒரு தீவிர வகையாகிய டைவ்ன்ஸ் நோய் (Down's disease) ஒரு மிகையான குரோமோசோமுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அந்த நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர் 46 குரோமோசோம்களுக்குப் பதிலாக 47 குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளார். மேலும் கூர்ந்து பரிசீலனை செய்த போது செல்களில் 21 ஆம் எண் குரோமோசோம்கள் மூன்று இருந்தன என்று தெரிந்தது.

குரோமோசோம்களை விரிவாக ஆராயாமலேயே சில பரம்பரை நோய்களைக் கண்டுபிடித்து விடலாம். மேலும் மைக்ரோஸ்கோப் சிலைடுகளைப் பரிசீலனை செய்வது மிகவும் எளிதாக இருப்பதால், அதிகத் திறமையற்ற ஓர் ஆய்வுக்கூட ஒரே நாளில் பல டஜன் ஸ்லைடுகளைப் பரிசீலனை செய்ய முடியும்.

நாற்பதுகளின் முடிவை ஒட்டி, கனடா நாட்டு விஞ்ஞானியான முர்ரே பார் என்பவர், பெண்களுடைய எல்லாச் செல்களும் எளிதில் வண்ணமேற்கக்கூடிய ஓர் அங்கத்தைக் கொண்டுள்ளன என்றும் அது ஆண் செல்களில் இல்லை என்றும் கண்டுபிடித்தார். பின்னர், இந்த அங்கம் ஒரு x குரோமோசோம் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஒரு செல்லில் ஒரே ஒரு x குரோமோசோம் மட்டும் இருந்தால், அதில் இந்த அங்கம் தோன்றுவதில்லை. ஆனால் அதில் இரண்டிருந்தால் அவற்றில் ஒன்று இந்த அங்கமாகிறது. இந்த

அங்கங்களில் (இவை பார் அங்கங்கள் அல்லது பாலின குரோமோடின் எனப்படுகின்றன) இரண்டைக் கொண்ட நபர்கள் ஆபூர்வமாக உள்ளார்கள். அவர்கள் மூன்று குரோமோசோம்களைக் கொண்டுள்ளார்கள். பாலினக் குரோமோடின் ஆராய்வது, பாலினக் குரோமோசோம்களில் உள்ள கோளாறுகளை அறிய உதவுகிறது. இதற்கு வாயின் சிலேட்டுப் படலத்தில் இருந்து எடுக்கப்பட்ட செல்கள் வர்ணமேற்றப்பட்டு ஆராயப்படுகின்றன.

பல பண்புகளைப் பாதிக்கும் பரம்பரைக் குறைகள், பாலின குரோமிடினைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு நீண்ட காலத்திற்கு முன்னரே தெரிந்திருந்தன. எடுத்துக்காட்டாக, ஆயிரம் ஆண் பிறவிகளில் சுமார் இரண்டு நபர்கள் கிளைனிபெல்டெர் நோயைக் கொண்டுள்ளார்கள். அவர்கள் குறை வளர்ச்சியுற்ற பாலினச் சுரப்பிகளையும் (எனவே மலடாக உள்ளார்கள்) மிக நீண்ட கால்களையும் குறைவான ரோமத்தையும் கொண்டு மனவளர்ச்சி அற்று உள்ளார்கள். இந்த நோயால் பாதிக்கப்பட்டவர்களின் செல்களில் பாலினக் குரோமிடின் உள்ளது என்று, அதாவது அவைகள் பெண்கள் போல் உள்ளவை என்று மைக்ரோஸ்கோப் மூலம் செய்த பரிசோதனை காட்டியது. நம்மால் எதிர்பார்க்கப் படக்கூடியது போல அவர்கள் மூன்று பாலினக் குரோமோசோம்களை—இரண்டு x, ஒரு y —கொண்டிருந்தார்கள்.

பாலினக் குரோமிடினைக் கொண்ட பையன்கள் மட்டும் அன்றி, அது இல்லாத பெண்ககளும் காணப்படுகிறார்கள். ஆனால் இது மிகக் குறைவாகவே—சுமார் 5000 பிறப்புகளில் ஒன்று — காணப்படுகிறது. அத்தகைய நோயாளிகளின் செல்களில் ஒரே ஒரு x குரோமோசோம்தான் உள்ளது. பல தீவிரமான குறைபாடுகளைக் காட்டும் டர்னர்—ஷெர்ஷெவ்ஸ்கி நோய்க்கு (Turner — Shereshevsky syndrome) இந்த மரபு வகையே காரணம். இந்த நோயும் முதலில் மருத்துவச்சாலையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதன் குரோமோசோம் சார்ந்த தன்மை பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்பே எடுத்துக் காட்டப்பட்டது.

பாலினக் குரோமோசோம்களின் அசாதாரண எண்ணிக்கையுடன் பிற குரோமோசோம்களுடனும் தொடர்புடைய பல சீர் கேடுகள் உள்ளன.

எனவே, மனிதர்களிடத்தில் மரபியல் ஆராய்ச்சி பல காரணங்களால் மிகவும் கஷ்டமானதாக இருந்த போதிலும் அதைச் செய்வதற்கான வழிகளை விஞ்ஞானிகள் தேடிக் கொண்டிருக்கிறார்கள். பரிசோதனைகளைச் செய்ய முடியாது என்பது மானிடக் குரோமோசோம்களை ஆராய்வது கஷ்டமாக இருக்கிறது என்பது மட்டுமல்ல விஷயம். பிறப்பிற்கும் இனப் பெருக்கக் காலத்திற்கும் இடையே நீண்ட இடைவெளி இருப்பதும் ஒவ்வொரு மானிடத் தம்பதிகளுக்கும் மிகச் சில குழந்தைகளே உள்ளன என்பதுங்கூடக் கஷ்டத்திற்குக் காரணமாகும். இதைப் பொருத்து மனிதன் டிரோஸோபைலாவிலிருந்து முற்றிலும் வேறுபடுகிறான். ஆனால் மிகவும் முக்கியமான மரபியல் ஆராய்ச்சிப் பொருளாக இருப்பது மனிதனே. எனவே, அவனுடைய மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியை ஆராய்வதற்குப் புதிய வழிகளைக் கண்டு பிடிப்பது தேவையாகிறது. மனிதன் எத்தனையோ குறைபாடுகளைக் கொண்டிருந்த போதிலும் ஓர் ஆராய்ச்சிப் பொருள் என்ற முறையில் மனிதன் சில சாதகங்களையும் கொண்டிருக்கிறான் என்பதையும் கவனிக்க வேண்டும். உண்மையில், வேறு எந்த சிற்றினத்தின் உயிரியலும் வாழ்வியலும் நோய் எதிர்பு இயலும் இந்த அளவு விரிவாகப் பரிசீலனை செய்யப்பட்டிருக்கவில்லை என்பதோடு மானிடர்களின் காணப்படுவது போன்ற நுண்ணிய வேறுபாடுகளை வேறு எங்கும் காணவும் முடியவில்லை.

சாலமனைக்காட்டிலும் அறிவாளி

இரண்டு பெண்கள், புதிதாகப் பிறந்த அவர்கள் இருவருடைய குழந்தைகளுடனும் அந்த அகண்ட படுக்கையில் உறங்கிப் போயினர். அவர்கள் காலையில் எழுந்த போது, குழந்தைகளில் ஒன்று இறந்து போய் விட்டதைக் கண்டார்கள். கனமான தாய் அவளது தூக்கத்தில் புரண்ட போது அக்குழந்தையை நசுக்கிக் கொன்று விட்டாள். ஆனால் இறந்த குழந்தை யாருடையது? தன்னுடைய குழந்தையே உயிருடன் இருக்கிறது என்று இருவரும் சாதித்தனர். அவர்கள் அறிவால் புகழ் பெற்ற சாலமன் முன் சென்று வாதித்

தனர். அவர்கள் நீண்ட நேரம் வாதித்த பின்பும் இருவரில் ஒருவரும் தன் கருத்தை மாற்றிக்கொள்ளவில்லை. பின்னர் அறிவு மிக்க அந்த அரசன் தனது தீர்ப்பைக் கூறினான்: ''உயிருள்ள குழந்தையை இரண்டாக வெட்டி ஆளுக்கு ஒரு பாதியாகக் கொடுங்கள்''.

''உயிருள்ள குழந்தை யாருடையதாக இருந்ததோ, அந்தப் பெண் அப்போது பின் வருமாறு கூறினாள். ஏனெனில், அவளது பெற்ற வயிறு தன் மகனிற்காக ஏங்கியது. ஏன் அரசே! உயிருள்ள குழந்தையை அவளிடமே கொடுங்கள். கொன்று விடாதீர்கள்!'' ஆனால் மற்றவளோ, ''அது என்னுடையதாகவும் இருக்க வேண்டாம், உன்னுடையதாகவும் இருக்க வேண்டாம், அதை இரண்டாக வெட்டி விடுங்கள்'' என்று கூறினாள்.

அப்போது அரசன் விடையளித்து, ''உயிருள்ள குழந்தையை அவளிடமே கொடுத்து விடுங்கள். அதைக் கொன்று விடாதீர்கள். அவளே அதன் தாய்'' என்று கூறினான். (மன்னர்கள் முதல் நூல் அத்தியாயம் 3)

எனவே, அவர்கள் குழந்தையை அதன் உண்மையான தாயிடம் ஒப்படைத்து விட்டு, மற்றவளைக் கேவலப்படுத்தி அனுப்பினார்கள். மீண்டும் அவர்கள் சாலமனின் பேரறிவைப் புகழ்ந்தார்கள்.

இவ்வாறுதான் விவிலியக் கதை கூறுகிறது. ஆனால் சாலமன் அரசன் உண்மையிலேயே பேரறிஞன்தானா? அந்தக் குழந்தை உண்மையிலேயே யாருடையது என்று அந்தப் பெண்களுக்கு ஒரு வேளை உண்மையிலேயே தெரிந்திருக்கவில்லை போலும். அவர்களில் ஒருத்தி மற்றவளைக் காட்டிலும் இரக்க சிந்தனை உடையவளாக இருந்திருக்கலாம். சாலமனுடைய தீர்ப்பின் நியாயத் தன்மைக்கு உத்தரவாதம் எதுவும் இல்லை.

அத்தகைய விவாதம் நமது காலத்தில் நடைபெறுமானால், ஒரு சாலமனின் தீர்ப்பைத் தேட வேண்டியதில்லை. அது எளிதாக, மிகத் துல்லியமான விஞ்ஞான முறை மூலம் தீர்க்கப்படும். நமது காலத்தில் மருத்துவ-மரபியல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் அழைக்கப்படுவார்கள். குழந்தையிடமிருந்தும் இரண்டு பெண்கள் மற்றும் அவர்களுடைய கணவர்கள் ஆகியோரிடமிருந்தும் மாதிரி இரத்தம் எடுக்கப்படும். குழந்தை

களின் பெற்றோர்களை ஏறத்தாழ 100 சத விகித உறுதியுடன் நிர்ணயிக்கலாம்.

மருத்துவ-மரபியல் ஆலோசனைக் கேந்திரங்களின் பணிகள் பல வகைப்பட்டதாகும். முதலாவதாக, அவை பரம்பரைக் குறைபாடுகளைக் கொண்ட குழந்தைகளின் பெற்றோர்களால் அக்குழந்தையின் பரமரிப்பு பற்றியும் எதிர்கால வளர்ச்சி பற்றியும் கலந்து ஆலோசிக்கப்படுகின்றன. இரண்டாவதாக, ஓர் அசாதாரணமான குழந்தை அல்லது குறைபாடுள்ள உறவினரைக் கொண்ட அறிவுள்ள தம்பதிகள் மற்றொரு குழந்தையைப் பெற்றுக்கொள்ளுமுன் ஒன்றிற்கு இரண்டு முறை சிந்திக்க வேண்டும். அவர்களுக்கு மரபியல் ஆலோசனை மதிப்பு மிக்கதாகும். அது அபாயகரமான நடவடிக்கை எடுத்துக்கொள்வதில் இருந்து அவர்களைத் தவிர்க்கலாம் அல்லது அதற்கு முரணாக ஆதாரமற்ற பீதிகளைக் களையலாம். ஏனெனில் பிறவி ஊனங்கள் அனைத்தும் பாரம்பரியமானவை அல்ல—நிச்சயமாக அல்ல. ஒரு திருமணத்திற்கு எதிரான அறிகுறிகளுக்கும் இது பொருந்தும். மேலும் பரம்பரை நோய்கள் மற்றும் பாரம்பரியமற்ற நோய்கள் இவற்றை இனங் காண்பதற்கும் சட்டப்பூர்வமான மருத்துவப் பரிசீலனைக்கும் இன்ன பிறவற்றிற்கும் மற்ற நிபுணர்களுக்கு இந்த ஆலோசனைக் கேந்திரங்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன.

ஆலோசனை! அறிவுரை! பரம்பரை நோய்களைக் குணப்படுத்துவது சாத்தியமில்லையா? குறைபாடுள்ள ஜீனைச் செப்பனிடுவதற்கு நம்மால் இன்னும் முடியவில்லை. உண்மையைச் சொன்னால், அதை அண்மைக் காலத்தில் செய்துவிட முடியாது. ஆனால், சடுதி மாற்றமடைந்த ஒரு ஜீனால் செய்யப்படும் தீங்கை நாம் ஈடு செய்யலாம். சடுதி மாற்றம் இருக்கத்தான் செய்யும். ஆனால் நபர் ஆரோக்கியமாக இருப்பார். விபரீத வளர்ச்சியையும் சரி செய்ய நாம் முயற்சிக்கலாம். இவை அனைத்தும் கட்டுக்கதை அல்ல. அந்தத் திசையில் ஏற்கெனவே சில நடவடிக்கைகள் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன.

ஒரு விஷயம் அநேகமாக எல்லோருக்குமே தெரிந்திருக்கும். நீரிழிவு என்பது கணையம் இன்ஸுலீனைச் சுரக்கத் தவறுவதால் தோன்றும் தீவிரமான கார்போஹைட்ரேட்

வளர்சிதை மாற்றக் குறைபாடாகும். ஆனால் இப்போது இன்ஸுலீன் எந்த மருந்துக் கடையிலும் கிடைக்கும். நோய் வாய்ப்பட்டவர்கள் இந்தக் குறைபாட்டை ஈடு செய்து கொள்ளலாம். நீரிழிவை முற்றிலுமாகக் குணப்படுத்திக் கணையத்தைச் சகஜமான முறையிலே இயங்க வைப்பது இன்னும் நமது சக்திக்கு அப்பாற்பட்டது. ஆனால் நோயாளியை அநேகமாக ஆரோக்கிய முள்ளவராக இன்ஸுலீன் செய்யும். ஆனால் நீரிழிவின் பல வகைகள் (அனைத்தும் அல்ல) பரம்பரையாகச் சுவீகரித்துக்கொள்ளப்படுகின்றன என்பதைப் பொருத்த விஷயம் என்ன?

இரத்தம் தாமதமாக உறைவதால் இரத்தச் சேதம் ஏற்படும் அசாதாரணமான போக்காகிய ஹீமோபைலியாவிற்கும் இது போன்ற முறைகள் கைக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஹீமோபைலியாவிற்கு எதிரான புரதத்தையும் ஊசியையும் கொண்ட விசேஷக் குழல்கள் கிடைக்கின்றன. ஹீமோபைலியாவால் (Haemophiliae) பாதிக்கப்பட்ட ஒருவர் அதைக் கிருமி நீக்கம் செய்யப்பட்ட முறையில் எப்போதும் வைத்துக்கொண்டிருக்க வேண்டும். காயம் ஏற்படும் போது அவர் தானாகவே ஊசி போட்டுக்கொள்ளலாம். அவருடைய இரத்தம் சாதாரண மனிதர்களின் இரத்தத்தைப் போன்றே உறையும். எனவே, அவர் இரத்தச் சேதத்தால் உயிர் இழப்போம் என்று அஞ்ச வேண்டியதில்லை. மிகக் குறைவான ஜனத்தொகையைக் கொண்ட சுவீடனில்கூட ஹீமோபைலியாவால் பாதிக்கப்பட்ட ஒவ்வொருவரும் இந்த உயிர் காக்கும் மருந்தைத் தம் வசம் வைத்துள்ளனர்.

பரம்பரை நோய்களில் இருந்து முற்றிலும் குணமடைந்த சந்தர்ப்பங்களும் உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக மௌடீகத்தின் சில வகைகள் பரம்பரைத் தன்மை உடையவை. அவற்றில் ஒன்று பினைல்கிட்டேநியூரியா (Phenylketonuria) என்ற விநோதமான பெயர் கொண்டது. நோயாளியின் சிறுநீரில் ஒரு குறிப்பிட்ட இரசாயனப் பொருள் இருப்பதே அதன் முதன்மையான அறிகுறியாகும். அதிலிருந்தே இந்நோய் அதன் பெயரைப் பெறுகிறது. இந்த நோய் அவ்வளவு பரவலானதல்ல. ஏறத்தாழ 100,000இல் நால்வருக்கு இந்த நோய் உள்ளது. ஆனால் உலகின் ஜனத்தொகை மிகவும் அதிகமாக இருப்பதால் இந்நோயால் அவதிப்படுபவர்களின்

எண்ணிக்கை பெருமளவாக உள்ளது. ஆயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட நோயாளிகள் இருப்பதாக மருத்துவ இலக்கியத்தில் அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த நோய் பரம்பரை நோயாக இருக்கலாம் என்ற ஐயம் எழுந்த போது நோயாளிகளின் வமிசாவளி பரிசீலனை செய்யப்பட்டது. பினைல்கிட்டோநியூரியா ஓர் அடங்கு பண்பாக இருந்தது என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஒரே ஒரு ஜீனில் ஏற்பட்ட சடுதி மாற்றமே அதன் தோன்றுகால் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இந்த நோயின் அறிகுறிகளுக்குக் காரணமான வளர்ச்சிதை மாற்ற ஒழுங்கீனங்கள் இந்தச் சடுதி மாற்றத்தின் விளைவாகத் தோன்றுகின்றன. அவற்றில் மிகவும் மோசமானது, மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் திருப்ப முடியாத பாதிப்பாகும். நோயால் தோன்றும் மாற்றங்கள் அனைத்தும் அமினோ அமிலங்களில் ஒன்றாகிய பினைலலனீனின் வளர்சிதை மாற்றச் சீர்கேட்டின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன. ஆரோக்கியமானவர்களிடத்தில் மிகுதியான பினைலலனீன் உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகிறது. ஆனால் நோய்வாய்ப் பட்டவர்களிடத்தில் அது ஒரு நச்சுப் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. இது இவ்வாறு இருப்பதால், ஒரு குழந்தை பிறந்த சில வாரங்களுக்குப் பின்பிலிருந்து அதற்குப் பினைலலனீன் குறைவாக உள்ள உணவைக் கொடுத்தால், அது சகஜமாக வளரும்.

ஆனால் புதிதாகப் பிறந்த ஒரு குழந்தை பின்னர் மௌடீகமடையும் என்று நாம் எவ்வாறு நிர்ணயிப்பது? ஐன்ஸ்டீன்கூட ஒரு குழந்தையாக இருந்த போது வாய்பாட்டை அறிந்திருக்கவில்லை. ஆனால் பினைல்கீட்டோநியூரியாவைத் தொடக்கத்திலேயே கண்டுபிடிப்பது எளிதாக இருந்தது. ஏனெனில், நோயாளியின் சிறுநீர் பிறப்பிலிருந்தே அசாதாரணமானதாக இருக்கிறது. எனவே, துல்லியமாக நோயைக் கண்டுபிடிக்கச் சிறுநீரால் நனைந்த அரைத்துணிகளையும் பெர்ரஸ் குளோரைடின் சில துளிகளையும் எடுத்துக்கொண்டாலே போதும்.

மானிட மரபியல், மருத்துவ மரபியல் இவற்றின் வளர்ச்சி அண்மைக் காலத்தியதுதான். ஆனால், அவை ஏற்கெனவே பெரும் முன்னேற்றம் அடைந்து விட்டன.

ஜீன்களும் மனிதனும்

அணு சக்தி, அரைக் கடத்தி மின்னணுவியல், சைபெர் னைடிக்ஸ், அண்ட வெளி ஆராய்ச்சி இவற்றில் தலைசிறந்த தொழில் நுணுக்க சாதனைகளுக்கு இட்டுச் செல்லும் விஞ் ஞானங்களே மிகவும் முக்கியமான விஞ்ஞானங்கள் என்று நமது காலத்தில் கருதப்படுகிறது. ஆனால் அது முற்றிலும் நியாயமானதல்ல என்பதோடு விரைவில் அது இதைவிடக் குறைவான நியாயமுடையதாக ஆகும். ஏனெனில், தொழில் நுணுக்க சாதனங்கள் அனைத்துமே மனிதனுக்கு நன்மை செய்வதற்கே உள்ளன. எதிர் கால மனிதனையும் மானிட குலத்தையும் பாதுகாப்பது இன்றியமையாததாகும்.

அங்கக உலகம் அனைத்திற்கும் பொருந்துகின்ற விதி களால், மானிட மரபுக்குணத் தொடர்ச்சி தழுவப்படுகிறது. ஆனால், மானிடச் சமூகம் அதற்கே உரிய விதிகளால்— இவை பிராணிகள் மற்றும் தாவரச் சமூகங்களைத் தழுவும் விதிகளில் இருந்து முற்றிலும் வேறானவை—வளர்ச்சி அடை கிறது. பிந்தியவை இயற்கைத் தேர்வின் மூலம் வளர்ச்சி அடைகின்றன. ஆனால் அது மானிடச் சமூகங்களில் நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே முக்கியத்துவம் அற்றுப் போய் விட் டது.

மனிதர்கள் முதல்முதலாக ஆதிக்காலக் குழுக்களாக இணையத் தொடங்கிய அந்தப் பழங்காலத்திலேயே தனி நபர் பண்புகள், தப்பிப் பிழைத்தலில் முக்கியத்துவத்தை இழந்து விட்டன. அதைவிட மேலாகப் போர் வீரர்கள் மற் றும் வேட்டைக்காரர்கள் என்ற முறையிலும் வன்மை மிக் கவர்களும் ஆரோக்கியமானவர்களுமே முதலில் இறந்தார் கள். அதே சமயத்தில் குகை வீடுகளில் பாதுகாப்பாக இருந்த பலவீனர்களும் நோயாளிகளும் தங்களது ''தீய'' ஜீன்களை எதிர் கால சந்ததியினருக்கு அளித்தார்கள். மானி டச் சமூகம் வளர்ச்சி அடைய அடைய மரபுக் குணங்களுக்கு ஊறு விளைவித்த பல அமிசங்கள் மேன்மேலும் தோன்றின. அண்மைக் காலத்தில் அவற்றில் பங்கு அளப்பரிய வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது.

நாசகாரப் போர்கள் ஏராளமாகப் பேரைப் பலி கொண்டு விட்டன. நாஜிகளின் மரண முகாம்கள், மானிட

இனத்தின் வலிமை மிக்க மற்றும் மதிப்பு வாய்ந்த பலரை அழித்து விட்டன. அண்மைக் காலம் வரை சாவு பயப்பன வாக இருந்த பரம்பரை நோய்களைக் கொண்டவர்கள், இன்று மருத்துவத்தின் முன்னேற்றத்தால் தப்பிப் பிழைத்து, சந்ததிகளைத் தோற்றுவிக்கிறார்கள். மேலும், அறிவிற்சி றந்தவர்களும் உற்பத்தியில் செயலூக்கமுடன் பங்கு கொள் பவர்களுந்தான் பெரும்பாலும் கருத்தடை முறைகளைக் கையாளுகிறார்கள். ஆனால், மந்த புத்தி உடையவர்கள் அதைப் பற்றிக் கவலைப்படுவதே இல்லை.

பரம்பரை நோய்களை இன்று மானிடச் சமூகத்திற்குப் பெரும் சுமையாக உள்ளன. நாம் இரண்டு எடுத்துக்காட் டுங்களைக் காண்போம்.

மருத்துவச்சாலைகளில் மொத்தப் படுக்கை நாள்களில் பாதி, நரம்பு மற்றும் மன நோய் நோயாளிகளுக்காகச் செலவிடப்படுகிறது. அவர்கள் மருத்துவச்சாலைகளில் நீண்ட நாள்கள் தங்கி இருப்பதோடு பல சந்தர்ப்பங்கள் மேற் கொண்ட சிகிச்சைக்காகத் திரும்பவும் வருகிறார்கள். நரம்பு —மன நோய்களில் பாதி, பரம்பரைத்தன்மை உடையவை. அந்த நோயாளிகளுக்கு இடைவிடாத பராமரிப்பு தேவைப் படுகிறது. அவர்களைக் கவனிப்பதில் ஆரோக்கியமானவர் களில் ஆயிரத்தில் ஆறு பேர், அவர்களது உழைப்புக் காலம் அனைத்தையும் செலவிடுகிறார்கள் என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது.

நாம் மேலே குறிப்பிட்ட டௌன்ஸ் நோய் மற்றொரு எடுத்துக்காட்டாகும். அது ஆயிரம் பிறப்புகளில் இரண்டில் மட்டுமே தோன்றும் அபூர்வமான நோயாகும். ஆனால் அது இன்புளுயன்ஸாவைப் போன்று அதே அளவில் பொரு ளாதாரத் தீமையை உண்டாக்குகிறது. ஒவ்வொருவரும் சராசரியாக ஓராண்டில் ஒரு நாளை இன்புளுயன்ஸாவால் இழக்கிறார்கள். ஆனால் டௌன்ஸ் நோய் நீண்ட நாள் பட் டது. எனவே, ஒரு முட்டாளைப் பரிமாரிப்பதில் ஓர் ஆரோக் கியமான மனிதர் தனது முழு நேரத்தையும் செலவிட வேண்டி இருக்கிறது.

வருந்தத் தக்க ஒரு நிலை இல்லையா? இதைச் சீர்திருத்த நாம் முயற்சிக்கவில்லை என்றால், நிலைமை இன்னும் மோச

மாகி விடும். ஆனால் நம்மால் அதற்கு ஏதாவது செய்ய முடியுமா?

நீண்ட நாள்களுக்கு முன்பு நவீன மரபியல் பிறந்த சிறிது காலத்திற்குப் பின்பு விஞ்ஞானிகள் ஈயூஜெனிக்ஸ் (Eugenics) மானிட இனத்தின் பண்புகளைச் செம்மைப்படுத்தும் விஞ்ஞானம் — என்ற விநோதமான சொல்லை உருவாக்கினார்கள். இந்தச் சொல் ஒருவரை ஷார் அடையச் செய்வதுடன் சில சமயங்களில் வெறுப்பையும் தூண்டுகிறது. அதற்குக் காரணம் என்னவென்றால் இருபதுகளில் மானிட மரபியல் அதன் குழந்தைப் பருவத்தில் இருந்த காலத்தில் ஈயூஜெனிக்ஸின் ஆர்வம் மிக்க ஆதரவாளர்கள் நம்புதற்கரிய மற்றும் கவனக் குறைவான நடவடிக்கைகளை — திருமணக் கட்டுப்பாட்டைப் புகுத்துதல் (காதல் என்பது தனி நபர் விஷயம். ஆனால் ''குழந்தைப் பிறப்பு'' சமூகத் தன்மை உடையது) மிகவும் அறிவார்ந்த மக்களை மானிடம் பொலி கடாக்களாகப் பயன்படுத்துவது, இன்ன பிற போன்ற — முன் வைத்தனர். மற்றும் அரிய ''அதீத மனிதனின்'' பெருமிதத்திற்காகப் பல தேசிய இனங்களையே அழித்த நாஜி கொலைகாரர்களால் ஈயூஜெனிக்ஸ் ஒரு திரையாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது.

அச்சொல் இழிசொல் ஆனதுடன் பயங்கரமாகவும் ஒலித்தது. ஆனால் மருத்துவ-மரபியல் ஆலோசனைக் கேந்திரங்கள் ஈயூஜெனிக்ஸ் அன்றி வேறு எதில் ஈடுபட்டுள்ளன? தகாப் புணர்ச்சிக்குத் தடை விதிப்பது ஓர் ஈயூஜெனிக்ஸ் விதி அல்லவா? ஈயூஜெனிக்ஸின் அடிப்படைக் கருத்தில் ஆட்சேபமிக்கத் தக்கதாக எதுவும் இல்லை. ஆனால் செயல் முறை நடவடிக்கைகள் உண்மையான அறிவின் அடிப்படையிலே அமைந்திருக்க வேண்டுமானால், அவற்றின் தன்மையையும் அவற்றின் குறிக்கோளையும் தெரிந்துகொள்வது இன்றியமையாததாகிறது.

மானிட மரபுக்குணத் தொடர்ச்சியைத் தீவிரமாகச் செம்மைப்படுத்தும் அளவிற்கு நாம் அதைப் பற்றி இன்னும் அறிந்திருக்கவில்லை. அதைவிட மேலாக, இயற்கையில் கவனக் குறைவாகத் தலையிடுவது மிகவும் அபாயகரமானது. அதை எப்போதும் மனத்தில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். அமேசான் நதியில் முதலைகள் அநேகமாக ஒழிக்கப்பட்ட

போது, அதைவிட நாசகரமான பிரான்ஹா (Piranhas) மீன்கள் மிகவும் பெருகின. அப்போது முதலைகளின் எண்ணிக்கையைப் புதுப்பிக்கும் பிரச்சினை தோன்றியது. ஏனெனில், மற்ற நடவடிக்கைகள் எல்லாம் பயனற்றுப் போயின. மானிடக் குலத்தின் எதிர் காலம் பணயமாக இருக்கும்போது நாம் மேலும் உஷாராக நடந்துகொள்ள வேண்டும்.

ஆனால் மானிட இனத்தின் தலைவிதியைப் பற்றிக் கவலைப்பட வேண்டியதில்லாத அளவிற்கு நாம் நமது தன்மையையே பற்றி அண்மையிலேயே அறிந்துகொள்வோம் என்பதில் ஐயமில்லை.

வாசக நேயர்களுக்கு

இந்த மொழிபெயர்ப்பைப் பற்றியும் இந்தப் புத்தகத்தின் தயாரிப்பைப் பற்றியும் வாசக நேயர்களின் கருத்தை மீர் பதிப்பகம் மகிழ்வுடன் வரவேற்கும்.

நமது முகவரி:

Mir Publishers
2, Pervy Rizhsky Pereulok
Moscow, USSR

இந்நூலைப் பற்றி

பூனைகள் பூனைக்குட்டிகளையும், சிங்கங்கள் சிங்கக் குட்டிகளையும்கள் முயல் குட்டிகளைமுயல்யும் ஏன் ஈனுகின்றன?

மானிடக் குழந்தைகள் தோற்றத்தில் (மட்டுமின்றிக் குணத்திலும், மனப்பாங்கிலுங்கூட) அவற்றின் பெற்றோர்களை ஒத்திருப்பது ஏன்?

இரட்டையர் ஏன் ஒரே மாதிரியாகவோ முற்றிலும் வேறுபட்டோ உள்ளனர்?

சில குழந்தைகள் கோர உருவுடன் பிறப்பது ஏன்?

மனிதனால் தாம் விரும்பும் விதத்தில் விலங்குகளையும், தாவரங்களையும் உண்டாக்க முடியுமா?

இதுபோன்ற கேள்விகளே இந்நூலின் களமாக அமைகிறது. இந்நூல் மரபியலில் முதன்மையான கண்டுபிடிப்புகளுக்கு இட்டுச் சென்ற ஆராய்ச்சிகளையும், ஆராய்ச்சியாளர் முன்தோன்றிய இடர்பாடுகளையும் விவாதித்து, மரபொப்புத் திறத்தையும் அதை எவ்வாறு மாற்றுவது என்பது பற்றியும் ஆராயும் விஞ்ஞானிகளைப் பற்றியும் கூறுகிறது. தாமே ஒரு புகழ்பெற்ற உயிரியலாளராக உள்ள ஆசிரியர் ஆய்வுக்கூடங்கள், பண்ணை வயல்கள், மருத்துவமனைகள் ஆகியவற்றிற்கு அழைத்துச் சென்று நவீன மரபியலின் விரிவான களம், அனைத்தையும் அவர் கண் முன்னே காட்டுகிறார்.

'நான் ஏன் தந்தையைப் போல இருக்கிறேன்' என்ற இந்நூல் 1967 இல் மிகவும் பிரபலமான விஞ்ஞான நூல் என்ற முறையில் விஞ்ஞான அறிவைப் பரப்புவதற்கான சோவியத் யூனியன் கழகத்தின் பரிசைப் பெற்றது.